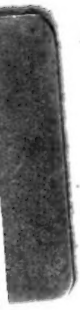
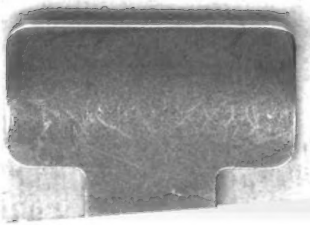
GESCHICHTE DES EISENS MIT ANWENDUNG FÜR KÜNSTLER UND...

Sven Rinman, Carl J. B. Karsten

Digitized by Google

BHS I C 165-2





Digitized by Google

Bayerische Berg-, Hütten- und Salzwerke
Aktiengesellschaft
Bibliothek
Gruppe III
B Nr. 165

Digitized by Google

Digitized by Google

Geschichte des Eisens

mit Anwendung für Künstler und Handwerker

von

Sven Rinman,

Königl. Schwed. Bergrath und Ritter des Wasa-Ordens.

Aus dem Schwedischen übersetzt

und

mit Anmerkungen und Zusätzen

versehen

von

Dr. C. J. B. Karsten,

Königl. Preuß. Ober-Hüttenrath und Ober-Hüttenverwalter für die Provinz Schlesien.

Zweiter Band

mit einem Kupfer.

BIBLIOTHEK DER K.B.GENERAL BERGW.U.SALINEN ADMINISTR.

Liegnitz

In Kommission bei Joh. Friedr. Kuhlmey.

1815.

Digitized by Google

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Digitized by Google

Geschichte des Eisens.

Digitized by Google

Digitized by Google

Sechste Abtheilung.

Von dem Verhalten des Eisens mit anderen Metallen.

§. 124. Allgemeine Erinnerungen.

Mehrere Metallurgen, besonders Zimmermann in seiner Bergakademie, haben schon die Bemerkung gemacht, daß das Eisen fast der allgemeine Begleiter aller übrigen metallischen Erze ist, und daß es wenigstens ein Bindungsmittel für ihre Gangarten abgiebt, wenn es auch nicht selbst in ihre Mischung mit eingeht. Dies ist auch der Grund, warum so viele Metalle, die durch den Schmelzproceß von ihren Gebirgsarten und von den erdartigen Theilen abgeschieden sind, noch einen Gehalt an Eisen zurück behalten. Folgende Untersuchungen werden daher hier am rechten Ort stehen:

1. Die Ausmittelung des Verhaltens der in der Natur vorkommenden, oder durch Kunst dargestellten metallischen Gemische mit Eisen, und die Aufsuchung der Mittel, sie durch Kunst wieder zu scheiden.

2. Die Verzierung des Eisens, oder die Verbesserung der Fehler desselben durch edlere Metalle, wozu sich in den Künsten und Handwerken oft Veranlassung findet.

3. Die Trennung der übrigen Metalle aus ihren Erzen oder aus Säuren, worin sie mineralisirt oder aufgelöst sind, durch Eisen, welches sich, vermöge seiner

größeren Verwandtschaft, mit dem Bindungsmittel der theuren Metalle vereinigt und die Bande aufhebt, welche sie verhinderten, in metallischer Gestalt zu erscheinen.

Dies sind die Gegenstände der vorliegenden Abtheilung, die ich durch Versuche erläutern will, ohne mich bei den Angaben meiner Vorgänger aufzuhalten. Sollten dadurch die Verwandtschaftsgesetze des Eisens zu den andern Metallen ausgemittelt und das Verhalten der metallischen Mischungen bei ihren Verbindungen und Scheidungen gehörig ins Licht gestellt werden, so würde sich der Grund mancher Erscheinungen bei den Handwerken ergeben, und es würden sich manche Verbesserungen auffinden lassen.

Zum Zusammenschmelzen habe ich entweder reines Roheisen oder hart gebrannten Stahl angewendet, weil das Eisen in beiden Zuständen die Eigenschaft besitzt, in einer leidlichen Hitze zu schmelzen, und sich am gleichartigsten mit den leichtflüssigeren Metallen zu verbinden, wogegen das geschmiedete Eisen erst wieder in den Zustand des Stahls oder des Roheisens zurücktreten muß. Um bei diesen Versuchen den Abgang möglichst zu vermindern, bediente ich mich eines Flusses, der theils durch beigemengtes Brennbares die Metalle gegen den Abbrand schützte, theils durch zugesetztes leichtflüssiges Glas die vereinzelten metallischen Körnchen leicht niedersinken und zu einem Regulus ansammeln ließ, der alsdann durch die Glasdecke gegen den Abbrand geschützt ward. Der Fluß, welchen Henkel bei ähnlichen Versuchen in Vorschlag bringt und welcher aus 2 Theilen schwarzem Fluß, 2 Glas, 1 Weinsteinsalz oder weißem Fluß und 1 Borax zu 6 Theilen der Metallmischung besteht, leistet in vielen Fällen sehr gute Dienste; er wird aber durch den Zusatz von Brennbarem, z. B. von Kohlenstaub, noch brauchbarer.

In den mehrsten Fällen lassen sich die verbrennlichen Metalle mit dem geringsten Abgang zusammenschmelzen, wenn

wenn man sie möglichst fein zerstößt, mit Leinöl vermengt und zu Kugeln knetet, welche dann mit feinem Kohlenpulver in mit Gestübbe ausgefütterten Tiegeln geschmolzen werden. Die kleineren Versuche habe ich der Bequemlichkeit wegen vor dem Gebläse einer Probieresse und die größeren in einem Windofen angestellt, wobei ich mich zuweilen eines leichtflüssigen, möglichst fein zusammengeriebenen Gemenges aus 4 Theilen Flußspath, 2 Kieselmehl und 6 reinem Kalk bediente, welches ich Glasfluß nenne und zur Bedeckung für das schmelzende Roheisen sehr brauchbar gefunden habe, weil es die Verschlackung des Metalles verhindert. Zuweilen konnte ich das Eisen und den Stahl auch bloß unter einer Decke von Kochsalz schmelzen, indem dasselbe in der stärksten Hitze keine Wirkung auf das Eisen zeigte.

Ich gestehe, daß ich meine Untersuchungen nicht mit der erforderlichen und von mir gewünschten Gründlichkeit und Ausführlichkeit angestellt habe; allein jeder von den oben genannten drei Punkten würde eine umständlichere Auseinandersetzung erfordern, als ich in einer Geschichte des Eisens geben kann, vorzüglich weil darüber noch so wenig gesammelt worden ist, und weil ich nur wenig Arbeiten meiner Vorgänger benutzen konnte. Dies hat mich indeß nicht abhalten können, meine wenigen Erfahrungen hier mitzutheilen, weil jeder seinen Beitrag geben muß, um zuletzt etwas Vollständiges zu erhalten.

§. 125. Ueber das Verhalten des Eisens mit Gold beim Zusammenschmelzen und Uebergießen.

Brandt führt in den Abh. d. Schwed. Akad. für 1751 an: „daß sich das Gold mit dem Eisen durch Schmelzen verbinden läßt, und daß eine aus gleichen Theilen von beiden Metallen bestehende Verbindung eine

graue

graue, etwas spröde, dem Magnet folgbare Masse bildet." Lewis bemerkt in seiner Geschichte des Goldes (S. 149. der deutschen Uebersetzung): „daß das Gold durch einen geringen Zusatz von Eisen oder Stahl spröde und brüchig wird, und daß diese Sprödigkeit mit der Menge des Zusatzes zunimmt. Einige von diesen Metallgemischen sind so fest und so hart, daß man schneidende Werkzeuge, ja sogar Rasiermesser, daraus schleifen kann. Die Farbe des Goldes wird schon durch einen geringen Zusatz von Eisen bleich. Ein Gemisch aus 3 oder 4 Eisen und 1 Gold hat ein silberähnliches Ansehen." Das Verfahren beim Zusammenschmelzen und das weitere Verhalten dieser Metallgemische haben jene Schriftsteller nicht angeführt.

Das Gold läßt sich unter allen Ganzmetallen am leichtesten, gleichartigsten und innigsten in allen möglichen Verhältnissen mit dem Eisen zusammenschmelzen. Dem Kupfer wird zwar in der Regel die größte Verwandtschaft zum Eisen zugeschrieben, und wirklich ist es auch sehr geneigt, in der Schmelzhitze mit dem Eisen zusammen zu treten und die Oberfläche desselben zu bedecken; allein beide Metalle gehen nur in gewissen Verhältnissen eine innige und gleichartige Verbindung beim Zusammenschmelzen mit einander ein. — Wenn man einen Eisenzain in geschmolzenes Gold taucht, und ihn so lange darin stehen läßt, bis er den Grad der Hitze des geschmolzenen Goldes angenommen hat, so setzt sich das Gold an der Oberfläche des Eisens fest, und das letztere wird mit einer starken Goldhaut überzogen. Deshalb warnen die Metallurgen und Probirer auch mit Recht vor dem Umrühren des geschmolzenen Goldes oder der goldhaltigen Metallgemische mit eisernen Werkzeugen, und rathen sehr richtig, sich hierzu glühender irdener Pfeifenstiele zu bedienen. Lewis schlägt aus eben dem Grunde vor, die feinern Eisen- und Stahlarbeiten mit Gold zu löthen, und sich dabei wie gewöhnlich des Bo-

rax-

raxglases zu bedienen, welches ich auch mit dem besten Erfolg versucht habe. Sehr wenig Gold über die Fugen gelegt und mit Borax bestreut, verbindet dieselben besser und bei einem geringeren Hitzgrad, als Kupfer oder Messing. Nimmt man hierzu Goldschlageloth, aus 18 Theilen Gold, 10 Silber und 10 Kupfer, so braucht man eine noch geringere Hitze. Dergleichen Arbeiten vertragen aber in der Regel keine Glühhitze, ohne wieder aufzutrennen.

Eisenringe und dergleichen kleine Arbeiten lassen sich mit Gold eben so, als mit Kupfer übergießen. Wenn man solche Ueberschmelzungen im offnen Feuer vornimmt, so bemerkt man sehr deutlich, wie das Eisen das fließende Gold stellenweise von sich stößt, und unter dem Golde nach und nach zu Glühspan wird, welcher vom Golde wieder fortgestoßen und abgetrennt wird. Es ist merkwürdig zu sehen, wie sich das Gold bemüht, die gereinigten Stellen des Eisens sogleich zu bedecken, und sich gleichsam zwischen dem Eisen und dem Glühspan durchzudrängen, um sich mit dem Eisen zu verbinden, welches ebenfalls alles anwendet, um sich von dem Glühspan zu befreien. — Am besten läßt sich das Ueberziehen des Eisens mit Gold durch Schmelzen auf folgende Art bewerkstelligen. Das aus der Auflösung in Königswasser auf die bekannte Art durch eine Queckſilber- oder Vitriolauflösung niedergeschlagene feine Goldpulver wird mit Boraxglas und mit einem kiebrigen Zusatz, z. B. mit Hauslauchsaft oder mit Gummiwasser angerieben, auf das Eisen gestrichen, getrocknet und mit einer gehörigen Menge von feingesiebtem bleifreiem Glas in einen bedeckten thönernen feuerfesten Scherben oder Tiegel gethan, mit einem Gemenge von Sand und Thon bedeckt, getrocknet, geglühet und dann 8 bis 10 Minuten lang vor dem Gebläse weißglühend erhalten. In dieser Hitze kommt das Gold in einen guten Fluß, und das Eisen ist mit dem geschmolzenen Glase dergestalt bedeckt, daß es

keinen

keinen Glühspan ansetzen kann. Das thönerne Gefäß muß so gut geschlossen seyn, daß man es, ohne die darin befindliche Masse zu verrücken, einigemal umkehren kann, um überall das gleichartigste Fließen des Goldes zu bewirken, worauf man es in der Luft erkalten läßt. Auf diese Art erhält man zwar die stärkste, aber auch die kostbarste Vergoldung, welche häufig mißlingt und daher selten der Mühe lohnt. Nur bei kleinen Arbeiten, besonders beim Vergolden gravirter oder tief geätzter Zierathen und Zeichnungen, ist diese Methode zu empfehlen. Der mit Boraxglas zusammengeriebene Goldkalk wird in die vertieften Zeichnungen gestrichen; die ganze Oberfläche des Eisens mit feinem Glas bedeckt, und die Arbeit zwischen reinen und guten Birkenkohlen so lange vor dem Gebläse erhalten, bis das Glas überall in einen gleichartigen Fluß gekommen ist, und bis man findet, daß das darunter befindliche Gold geschmolzen und völlig blank geworden ist, worauf man das Eisen erkalten läßt und von der Glasrinde reinigt. Noch besser glückt diese Vergoldung, wenn man die Zeichnungen zuerst mit dem im §. 132. beschriebenen Quickwasser mit einer Kupferhaut anquickt, sie dann mit einem Goldamalgama statt des Goldkalkes anfüllt, mit bloßem Glaspulver ohne Borax bedeckt, und die Schmelzung auf die eben beschriebene Art vornimmt.

§. 126. Von der Verbindung des Eisens mit Gold.

1. Es wurden 12 Pfund klein zerstücktes Dukatengold mit 4 Pfund zerstoßenem Stahl vermengt, in einen neuen, mit gebranntem Borax gut ausgeriebenen Tiegel gethan, mit einem Gemenge von 2 schwarzem Fluß, 1 reinem bleifreiem Krystallglas und etwas wenigem Kohlenstaub beschüttet, und das Gemenge alsdann mit abgeknistertem Kochsalz bedeckt, worauf der Tiegel zugedeckt und wohl verklebt vor dem Gebläse erst langsam erhitzt

erhitzt und dann 20 Minuten lang geglühet ward. Beim Zerschlagen des an der Luft erkalteten Tiegels war das Salz roth, granatfarbig und das Glas etwas schöner grün, als es vom Eisen allein gewöhnlich zu werden pflegt. Das zusammengeschmolzene Gemisch, dessen Gewicht vorher 16 Pfund betrug, wog jetzt nur 14 Pfund, hatte also einen Verlust von 2 Pfunden erlitten, der größtentheils auf Rechnung des Eisens geschrieben werden kann. Das Gemisch bestand also aus 6 Gold und 1 Eisen; allein es hatte noch eine ziemlich weiße Farbe und ward ganz und gar vom Magnet gezogen.

a. Unter dem Hammer ließ es sich kalt, ohne Kantenbrüche zu bekommen, zu einem ziemlich dünnen Blech ausbreiten, und war nur sehr wenig härter, als Kronengold, etwa so hart, als dreizehnlöthiges Silber. Dieses Gemisch kann daher für Goldarbeiter, die zu ihren Verzierungen weiß gefärbtes Gold gebrauchen, sehr nützlich seyn.

b. In einer gelinden Hitze lief es, wie reines Eisen, mit gelben, rothen und blauen Farben an, und durch das Glühen im offnen Feuer trennte sich das Eisen nach und nach ab, indem es äußerlich Glühspan ansetzte, unter welchem das Gold mit seiner natürlichen gelben Farbe zum Vorschein kam.

c. Dies geschah auch, wenn das weiße Gold in Scheidewasser gekocht ward; das Eisen ward auf der Oberfläche weggeätzt, und das Gold blieb mit seiner eigenthümlichen Farbe zurück.

d. In Königswasser löste sich das Gemisch mit einer gelblichbraunen Farbe auf, und ward daraus durch reine Eisenvitriolauflösung, wie gewöhnlich, als ein braunes Pulver niedergeschlagen.

Hieraus geht also hervor, daß eine Verbindung aus 6 Gold und 1 Eisen oder Stahl nicht brüchig und spröde

ist,

ist, wie einige Schriftsteller behauptet haben*); es folgt aber auch aus diesem Versuch, daß sich das Gold durch Auflösen in Königswasser und durch Niederschlagen mit Eisenvitriol am leichtesten und reinsten vom Eisen trennen läßt. Auch wird hierdurch die Meinung widerlegt, daß das Platin oder das weiße Gold eine natürliche Verbindung des gewöhnlichen Goldes mit Eisen sey, wozu man wahrscheinlich durch die Schwierigkeit, das Gold durch Abtreiben mit Blei auf der Capelle frei vom Eisen darzustellen, verleitet worden ist. Bestände das Platin wirklich aus Gold und Eisen, so müßte sich dies durch das bloße Auflösen und Niederschlagen zeigen; allein das in Königswasser aufgelöste Platin wird durch Vitriol nicht niedergeschlagen; weshalb man es auch auf diese Weise von dem Golde trennen kann. Auf die Scheidungsmethoden beider Metalle werde ich weiter unten zurückkommen.

2. Fein quartites und gekörntes Gold ward mit eben so viel feinem Stahlpulver gemengt und mit 2 Theilen schwarzem Fluß, 2 Glas, 1 weißem Fluß und 1 Borax zu einem reinen Regulus vor dem Gebläse geschmolzen, der 3 Procent leichter war, als das Gemenge, welcher Gewichtsverlust vom Eisen herrührt. Der Regulus bestand also aus 97 Stahl und 100 Gold.

a. Gegen die Feile verhielt er sich nicht viel härter, als 11löthiges Silber; auch war er eben so groß.

b. Unter dem Hammer bekam er bald Brüche; kleine Stücken ließen sich aber etwas breiten, ehe sie brachen.

c. Durch Kochen mit Vitriolsäure ließ sich zwar ziemlich viel Eisen, jedoch nur äußerst langsam, abscheiden.

d. Star-

*) Hatchett's neuere Versuche bestätigen dies ebenfalls. 12 Gold und 1 Eisen gaben ein blaßgelblichgraues Metallgemisch, welches sehr ductil war und sich walzen und prägen ließ. Das specifische Gewicht des Gemisches war etwas geringer, als es der Berechnung nach seyn sollte.

d. Starkes Scheidewasser äußerte zwar eine größere Wirkung auf das Eisen, indem es das Gold fast ganz rein, als ein braunes Pulver zurückließ; weil aber auch zugleich etwas Gold mit aufgenommen ward, setzte ich noch etwas Salzsäure hinzu, wodurch Königswasser entstand, welches alles auflöste.

e. Die Auflösung (d) ward mit Wasser verdünnt, und das Gold durch eine Quecksilberauflösung in Scheidewasser als ein graues Pulver niedergeschlagen, welches mit reinem Wasser ausgekocht und auf diese Art vom Eisen abgeschieden ward.

f. In dem filtrirten Fällwasser gab Blutlauge, durch eine dunkelblaue Farbe, die Gegenwart des Eisens zu erkennen; diese blaue Farbe verschwand aber durch Schütteln, indem sich Quecksilber und etwas Eisen mit einer weißen Farbe niederschlugen. Durch mehr zugesetzte Blutlauge schlug sich aus der über dem Niederschlage stehenden hellen Flüssigkeit das übrige Eisen mit einer schönen berlinerblauen Farbe nieder. Quecksilber wird also aus Scheidewasser durch Blutlauge mit einer weißen Farbe niedergeschlagen. Eine reine Goldauflösung in Königswasser wird durch Blutlauge grün; etwas Gold schlägt sich sogleich als ein schwarzer Schlamm nieder, der aber durch einen Zusatz von mehr Blutlauge und durch Umschütteln wieder aufgelöst wird, und dann wieder eine grüne Auflösung giebt. Durch reines Eisen läßt sich alsdann kein Gold weiter aus dieser alkalischen Auflösung fällen; etwas Gold scheidet sich aber von selbst ab. Befindet sich etwas Eisen in der Goldauflösung, so wird es als unauflösliches Berlinerblau niedergeschlagen, wodurch sich also der Eisengehalt des Goldes sogleich zu erkennen giebt. — Von der Goldhaltigkeit des Eisens kann man sich leicht überzeugen, wenn man das Metall in Königswasser auflöst, die Auflösung stark mit Wasser verdünnt und reines Zinn hineinstellt. Das Gold schlägt sich sogleich mit einer röthlichen Purpur-

farbe

farbe nieder, und legt sich als ein dünnes goldfarbenes Häutchen auf der Wasserfläche um das Zinn an.

g. Lewis (in seiner Geschichte des Goldes) und Wallerius (Abh. d. Schwed. Akad. d. Wiss. f. 1749) haben umständlich gezeigt, daß die brennbare Frobenische Naphta das Gold aus der Auflösung in Königswasser an sich zieht und aufgelöst hält. Ich stellte daher auch einen Versuch mit Weinöl an, welches man zuletzt bei der Destillation des Vitriolæthers nach der Bereitungsart, welche die schwedische Pharmacopoe vorschreibt, erhält. Dieses Weinöl, welches etwas fressend, schwefelsäurehaltig und gar nicht brennbar ist, setzte ich zu der Auflösung (d), um zu sehen, ob sich das Gold dadurch nicht vom Eisen trennen lassen würde. Nach einigen Stunden war das auf der Oberfläche der Auflösung befindliche, vorher ungefärbte Weinöl auch wirklich ganz gelb geworden, und die darunter befindliche eisenhaltige Goldauflösung hatte einen großen Theil ihrer gelben Farbe verloren. Bei näherer Untersuchung ergab sich, daß das Weinöl das reine Gold aufgenommen hatte und durchaus eisenfrei war. Weil das Königswasser aber noch einen Goldgehalt zu haben schien, so versuchte ich denselben durch Eisen niederzuschlagen, und stellte einen polirten groben Stahldrath durch das Weinöl in die Goldauflösung, welche den Stahl auch augenblicklich und mit Heftigkeit angriff. Das Gold schied sich gänzlich aus, begab sich in dem Weinöl in die Höhe und legte sich dann als eine dicke Decke mit seiner natürlichen Goldfarbe um den Stahldrath, von welchem es sich sehr leicht abtrennen ließ. Es ward mit Borax geschmolzen, wodurch sich das anhängende Eisen verschlackte und das Gold geschmeidig, rein und mit einer schönen Goldfarbe zurückließ.

3. Um das Verhalten einer Mischung, in welcher das Eisen den vorwaltenden Bestandtheil ausmacht, auszumitteln, schmolz ich 50 Stahlpulver und 8 feines

Gold

Gold mit dem oben erwähnten Fluß zusammen. Das wenige Gold konnte indeß das Eisen nicht vollkommen zu einem reinen Regulus auflösen, sondern es entstand ein halbgeschmeidiges Frischstück, welches 28 Eisen und 8 Gold enthielt. Durch den Zusatz von etwas Kohlenstaub würde ich wahrscheinlich eine vollkommenere Schmelzung mit weniger Eisenverlust erhalten haben. Das goldhaltige Eisenfrischstück verhielt sich gegen die Feile und unter dem Hammer weicher, als das geschmeidige Eisen, und hatte eine eben so weiße Farbe, als reines Silber.

Durch Auflösen in Königswasser und durch Niederschlagen mit Queckſilberauflösung, ließ sich das Gold vollkommen abscheiden. In die filtrirte klare Flüssigkeit ward ein reines Eisenblech gestellt, auf welchem sich das Queckſilber als ein grauer Kalk absetzte; das Eisen ward durch Blutlauge niedergeschlagen. Durch Queckſilbervitriol, oder durch Queckſilber, welches vom Vitriolöl zerfressen und im Wasser aufgelöst war, schlug sich das Gold ebenfalls, aber auch zugleich das Queckſilber mit nieder. Das letztere fiel als eine weiße Masse zu Boden, die eigentlich Queckſilbervitriol war, der sich in dem zugesetzten reinen Wasser auflöste, und das Gold ganz eisenfrei auf dem Boden des Gefäßes als ein schwarzes Pulver zurückließ. Diese Niederschlagungsmethode ist indeß nicht so zuverläßig, als die mit einer Auflösung in Scheidewasser. — Goldhaltiges Eisen ward mit so viel nach und nach hinzugesetztem Schwefel, als zur Zerstörung des Eisens erforderlich war, geschmolzen. Die Schmelzung erfolgte sehr schnell und heftig, das Eisen ward zu einer schwarzen Schlacke, oder zu Rohstein, welcher beim Schmelzen Funken auswarf; das Gold blieb auf dem Boden liegen, war indeß noch eisenhaltig und spröde. Es ward daher mit etwas anhängender schwarzer Eisenschlacke in Königswasser gethan, in welchem sich die Schlacke zuerst, ohne Beihülfe von Wärme,

mit einem unausstehlichen Schwefellebergeruch auflöste; das Gold blieb noch auf dem Boden liegen, löste sich aber in dem frischzugesetzten Königswasser leicht auf.

§. 127. Von dem Verhalten des Eisens mit Gold und mit anderen Metallen zugleich.

1. Gleiche Theile **Stahlpulver**, **Gold** und feines **Silber** wurden mit dem vorhin erwähnten Fluß zusammengeschmolzen, und gaben einen silberweißen König, der nur $\frac{1}{4}$ Procent am Gewicht verloren hatte, ganz vom Magnet gezogen ward und sich kalt ziemlich hammern ließ, endlich aber brüchig ward und sich schieferte. Durch Kochen in reinem Scheidewasser lösten sich Silber und Eisen größtentheils auf, wobei das Gold als eine schwarze Rinde zurückblieb. Weil es indeß noch nicht ganz eisenfrei zu seyn schien, so setzte ich etwas Salzsäure zur Auflösung, welche das Silber als Hornsilber mit einer weißen Farbe niederschlug und das Gold auflöste, welches dann aus der Auflösung durch Niederschlagen mit Eisenvitriol (§. 126, 1. d.) vom Eisen geschieden ward.

2. Gleiche Theile feines, durch Eisenvitriol gefälltes **Gold**, Bohrspäne von **Roheisen** und Schnitzel von **Kupferblech**, zusammen 48 Pfund, wurden mit Leinöl und etwas Kohlenstaub zu einer Masse gemacht, und in einem beschlagenen Tiegel vor dem Gebläse geschmolzen. Ich erhielt mehrere, dem Anschein nach sehr ungleichartige, runde Körner, die zusammen 42 Pfund wogen, ein kupfriges Ansehen hatten und stark vom Magnet gezogen wurden. Weil sie das Eisen, nur stellenweise, wie eingelöthet enthielten, so zeigten sie sich sehr spröde. Das Kupfer war aber doch so eisenschüssig geworden, daß die Schabespäne davon vom Magnet gezogen wurden, und völlig geschmeidig waren. Das Gold hatte sich mehr mit dem Kupfer, als mit dem Eisen verbunden; auch fanden sich einige kupferfarbene goldhaltige Körner,

auf

auf die der Magnet keine Wirkung äußerte. Ich setzte zu der ganzen Masse noch $6\frac{1}{2}$ Pfund reines Gold und schmolz dann alles zu einem einzigen runden Regulus ein, der nunmehr aus 22 Theilen Gold, 14 Kupfer und 12 Eisen bestand, und welcher oben eine Erhöhung von Eisen besaß, die auf dem Kupfer gleichsam festgelöthet war, sich aber durch einen einzigen Hammerschlag abtrennen ließ.

Die angestellten Proben ergaben, daß das Kupfer etwa $\frac{1}{10}$ Eisen und über die Hälfte Gold enthielt; es war mehr als halbgeschmeidig, ziemlich hart, besaß eine bleiche Farbe und hatte dem Eisen alles Gold entzogen, übrigens war es doch so eisenschüssig, daß der Magnet kleine Schabespäne davon anzog. In Scheidewasser löste sich das Kupfer auf; das Gold blieb aber in derselben Gestalt und mit demselben äußern Umfange zurück, den vorher das Kupfer gehabt hatte. Das Eisen enthielt dagegen weder eine Spur von Kupfer noch von Gold, woraus folgt, daß das Gold, seiner starken Anziehung zum Eisen ungeachtet, doch noch eine größere Verwandtschaft zum Kupfer hat, und daß selbst das Kupfer das Eisen abstößt, wenn es sich mit dem Golde verbinden kann.

§. 128. Versuche über das Verhalten der Eisenauflösungen mit dem aufgelösten Golde.

Das reine Gold läßt sich bekanntlich auflösen:

a) In einem Gemisch von Salpetersäure mit Kochsalz oder mit Salmiak; in einem Gemisch von Salzsäure mit salpetersäurehaltigen Neutralsalzen, oder auch in einem Gemisch von reiner Salz- und Salpetersäure, welche Mischungen sämmtlich Königswasser genannt werden.

b) Goldkalk, der aus dem Scheidewasser durch ein feuerbeständiges alkalisches Salz niedergeschlagen worden ist, löst sich zum Theil in Essigsäure auf.

c) In

c) In starkem Weinöl, auf die oben (§. 126, 2, g.) angegebene Art.

d) Auch in der weiter unten (§. 202.) zu beschreibenden alkalischen Blutlauge, löst sich das aus der Auflösung in Königswasser niedergeschlagene Gold auf. Eben so auch, nach Marggraf, in dem flüchtigen Alkali *).

e) In Quecksilber zu einem Goldamalgam.

Mit metallischem Eisen läßt sich das Gold nur aus den zuerst genannten Auflösungsmitteln a, b und c niederschlagen, zu welchen das Eisen eine nähere Verwandtschaft besitzt. Wie man das Gold metallisch niederschlagen kann, leuchtet theils aus dem Vorhergehenden (§§. 126. 127), theils aus dem Folgenden (§§. 129-131) ein. Hier will ich nur die Versuche anführen, welche über die Fällung des Goldes aus der Auflösung in Königswasser mit den Auflösungen des Eisens in verschiedenen Auflösungsmitteln angestellt worden sind.

1. Eisen in Scheidewasser, Königswasser, Holzsäure, Phosphorsäure und Weinsteinsäure (sie mag in Wasser oder in Essig aufgelöst seyn) geben mit der mit destillirtem Wasser verdünnten Goldauflösung weder Niederschlag noch eine Trübung.

2. Die Auflösung des Eisens in Salzsäure schien die Goldauflösung zwar etwas zu trüben; durch einen Zusatz von mehr Salzsäure blieb sie aber ganz klar. Als ich nun eine Auflösung des Eisens in Weinsteinsäure zusetzte, die für sich allein gar keinen Niederschlag bewirkte (No 1.), entstand sogleich eine Trübung und das Gold fiel als ein schwarzbraunes Pulver zu Boden.

3. Grüner Eisenvitriol, oder eine mit vielem Wasser verdünnte Auflösung des Eisens in Vitriolsäure, trübte die Goldauflösung augenblicklich, und nach einigen Tagen

*) Diese Verbindung ist das sogenannte Knallgold, welches man auch erhält, wenn die Goldauflösung durch Ammonium niedergeschlagen wird.

Tagen ſchlug ſich alles Gold rein, als ein braunes Pulver, zu Boden, welches mit kaltem Waſſer ausgeſüßt, getrocknet und geglüht eine völlige Goldfarbe erhielt, und durch Schmelzen mit Borax und Salpeter vollkommen geſchmeidig ward und eine hohe Farbe bekam.

4. Eine Auflöſung des Eiſens in Eſſig brachte ſogleich eine Trübung hervor, und ſchlug das Gold langſam, als ein ſchwarzes Pulver, nieder. Der Niederſchlag war eben ſo rein, als mit Eiſenvitriol, und das eiſenhaltige Fällwaſſer war vollkommen klar.

5. Durch eine Auflöſung des Eiſens in Flußſpathſäure ward die Goldauflöſung bläulich, trübte ſich und ſetzte das Gold, faſt ſo wie bei 3, als ein braunes Pulver ab. Das Fällwaſſer war klar und ungefärbt.

6. Eiſen in Boraxſäure aufgelöſt und mit vielem Waſſer verdünnt, trübte die Goldauflöſung und brachte faſt eben ſolchen Niederſchlag, wie bei 5, hervor, nur war derſelbe nicht ganz vollkommen *).

7. Arſenikſaures Eiſen trübte die Goldauflöſung nicht, auch entſtand kein Niederſchlag. Nach 24 Stunden zeigte ſich aber etwas Gold, als eine braune Haut, auf der Oberfläche der Flüſſigkeit.

Es geht hieraus hervor, daß das Gold nur durch ſolche Eiſenauflöſungen niedergeſchlagen werden kann, welche das Eiſen in metalliſcher Geſtalt enthalten **), z. B. der grüne Vitriol, die Auflöſung des Eiſens in Eſſigſäure, Flußſpathſäure u. ſ. f., wobei das Gold entweder von dem Eiſen, oder von deſſen Auflöſungsmitteln hinreichendes Phlogiſton aufnehmen kann, um als ein metalliſches Pulver niederzufallen.

§. 129.

---

*) Es ſchlägt ſich dabei zugleich das unauflösliche boraxſaure Eiſenoxyd nieder.

**) Oder, nach unſeren jetzigen Begriffen, nur durch ſolche Eiſenauflöſungen in denen das Eiſen als Oxydul enthalten iſt, indem es ſich dabei in Oxyd umändert und das Gold reducirt.

§. 129. Ueber die Scheidung des Eisens vom Golde.

Ohne zu berücksichtigen, was mehrere Metallurgen, vorzüglich **Lewis** in seiner Geschichte des Goldes, schon über die Reinigung des Goldes vom Eisen und von andern Metallen angeführt haben, geht aus den eben mitgetheilten Versuchen über das Zusammenschmelzen und Niederschlagen hervor, daß sich die Scheidung des Eisens vom Golde entweder auf dem nassen Wege, durch Auflösen und Niederschlagen, oder auf dem trocknen, durch die Behandlung im Feuer, und dies letztere entweder durch Fällung mit einem anderen zugesetzten Metall, welches das Gold stärker anzieht, oder auch durch die Verbindung mit einer Substanz, welche das Eisen zerstört, und das unverbrennliche Gold allein zurückläßt, bewerkstelliget werden kann. Auch auch auf dem nassen Wege geschieht die Scheidung entweder durch solche Mittel, welche das Gold und das Eisen zugleich auflösen, oder durch solche, welche das Eisen allein aufnehmen und das Gold unverändert zurücklassen.

1. Scheidung auf dem nassen Wege durch Auflösung des Goldes und des Eisens zugleich.

a. **Brandt** hat schon (Abh. d. Schwed. Akademie f. 1752) gezeigt, wie man das eisenhaltige Gold in Königswasser auflösen, und das Gold daraus durch eine Auflösung des grünen Vitriols niederschlagen muß. Dies Verfahren ist sehr zu empfehlen, indem das Gold dadurch nicht allein vom Eisen und von allen übrigen Metallen, sondern auch von dem Platin, welches sich durch Vitriol ebenfalls nicht niederschlagen läßt, vollständig geschieden werden kann. Es ist hierbei blöß die Vorsicht nöthig, daß man wenigstens 12mal so viel Vitriol nimmt, als die Mischung beträgt, daß man den Vitriol in einer reichlichen Menge Wasser, ohne Beihülfe von Wärme auflöst, daß man die Vitriolauflö-

sung

sung (welche immer frisch bereitet seyn muß) filtrirt und daß man ihr einige Tropfen überschüssige Säure zusetzt, um das Niederschlagen des Eisenkalkes und das Verunreinigen des Goldpulvers zu verhüten. Um den reinsten Vitriol zu diesem Zweck zu erhalten, muß man reine Eisenfeilspäne in Vitriolsäure in der Wärme auflösen und krystallisiren lassen.

b. Nach Cramers Methode läßt sich das Gold aus seiner gemeinschaftlichen Auflösung auch durch salpetersaures Queckſilber, welches in die mit vielem Wasser verdünnte Auflösung unter beständigem Umrühren so lange getröpfelt wird, bis sich das Gold als ein schwarzgraues Pulver zu Boden setzt, ganz rein niederschlagen. Queckſilber und Eisen bleiben in der klaren Flüssigkeit aufgelöst.

c. Aus einer eisenhaltigen Goldauflösung läßt sich das Gold auch durch Eisen fällen. Wenn man nämlich blank polirtes Eisen in ein mit destillirtem Wasser angefülltes Gefäß stellt, und die eisenhaltige Goldauflösung hinzu gießt, so erscheint eine schwarzbraune Wolke und das Gold schlägt sich nach und nach als ein schwarzes Pulver nieder. Das in der Auflösung schon befindlich gewesene, und das bei dieser Fällung aufgelöste Eisen bleiben in der Flüssigkeit aufgelöst. Der Goldkalk wird vom Eisen abgespühlt, einige mal mit reinem Wasser gekocht und geglüht, bis die Goldfarbe zum Vorschein kommt, und dann mit etwas Salpeter und Borax geschmolzen. Alles durch Eisen oder durch Eisenvitriol niedergeschlagene Gold bekommt eine hohe Farbe und ist sehr geschmeidig und rein.

d. Wenn das Königswasser mit Alembrothsalz zubereitet, oder wenn der Auflösung Sublimat zugesetzt war, so schlägt sich das Queckſilber zugleich mit dem Golde auf dem Eisen nieder, und muß dann durch Glühen abgeschieden werden.

e. Wenn man in die mit Wasser verdünnte eisenhaltige Goldauflösung reines Queckſilber ſchüttet, ſo verbindet ſich daſſelbe nach und nach mit dem Golde zu einem Amalgam. Hierzu ſind aber mehrere Tage und ein öfteres Umſchütteln nöthig. — Aus der Beſchreibung geht indeß ſchon hervor, daß dieſe beiden letzteren Scheidungsmethoden unzuverläſſiger und unſicherer ſind, als das Niederſchlagen mit Vitriol oder mit einer Queckſilberauflöſung.

2. Scheidung auf dem naſſen Wege durch Auflöſung des Eiſens allein.

a. Das Metallgemiſch wird entweder zu einem ganz dünnen Blech geſchlagen oder gekörnt, und dann anhaltend in reiner, gut gefällter und ſalzſäurefreier Salpeterſäure gekocht. Weil es ſich aber nicht gewiß beſtimmen läßt, ob die Salpeterſäure in allen Verhältniſſen, beſonders wenn das Gemiſch aus vielem Golde und wenig Eiſen beſteht, alles Eiſen aus dem Golde auszuziehen im Stande iſt, ſo iſt dieſe Methode nicht ſehr zuverläſſig, und beſonders bei ungefälltem Scheidewaſſer, welches zugleich etwas Gold auflöſen würde, ganz unanwendbar.

b. Gute Vitriolſäure iſt dem Scheidewaſſer vorzuziehen; man muß aber das Kochen öfterer wiederholen, und das Gemiſch nach jedem Auskochen noch feiner zerkleinern. Dieſe Methode iſt mühſam, und dennoch läßt ſich auf dieſe Art nicht alles Eiſen abſcheiden.

3. Scheidung auf dem trocknen Wege.

a. Daß ſich das Eiſen durch bloßes wiederholtes Glühen als Schlacke oder als Glühſpan vom Golde abſcheidet, habe ich ſchon oben (§. 125) bemerkt. Sicherer iſt es aber, wenn das eiſenhaltige Gold 2 oder 3mal mit einer gehörigen Menge Borax geſchmolzen, und eine gute Stunde lang im Fluß erhalten wird, bis das Glas nicht mehr dunkel gefärbt erſcheint.

b. Am

b. Am vollkommensten geschieht die Scheidung nach der ältesten, gewöhnlichen, allen Goldschmieden bekannten und von Bergenstierna (Anwisning till guld och silvers proberande 1772) genau beschriebenen Methode durch das Gießen mit rohem Spiesglas. Bei diesem Proceß verbindet sich der Schwefel mit dem Eisen, das reguliniſche Spiesglas aber mit dem Golde, wovon es durch Abrauchen geschieden werden muß. Dieser doppelten Verbindung ungeachtet kann das Eisen oft so innig mit dem Golde vereinigt seyn, daß ein 2- bis 3maliges Gießen mit Spiesglas nöthig ist, um eine vollkommene Scheidung zu bewirken. Der Schwefel ist ein sehr wirksames Mittel, um das Eisen zu zerstören und es dadurch vom Golde abzuscheiden; für sich allein kann er indeß diese Scheidung, wie wir gleich (c. d) sehen werden, kaum bewirken.

c. Scheffer zeigte zuerst, wie man im Großen das Gold vom Kupfer und Eisen vermittelst des Schwefels scheiden könne, und schlug dazu folgendes Verfahren vor. Man bereitet durch Zusammenschmelzen von gleichen Theilen Bleiglätte und Schwefel eine Art von Bleiglanz, und wirft von diesem künstlichen Bleiglanz von Zeit zu Zeit etwas auf das geschmolzene, aus Gold und Eisen bestehende Metallgemisch, dem Gewicht nach etwa doppelt so viel, als die Metallmischung beträgt. Das Eisen verbindet sich bei diesem Proceß mit dem Schwefel des Bleies, und das Blei tritt mit dem aufgelösten Eisen in Verbindung. Setzt man aber etwas Kohlenstaub zu, und rührt man die geschmolzene Masse mit einem Eisenzain um, so wird derselbe vom Schwefel angegriffen, welcher in demselben Verhältniß das Blei, das nun in metallischer Gestalt zum Vorschein kommt, fallen läßt, so daß es den ganzen Goldgehalt in sich aufnehmen, und dann durch Abtreiben vom Golde geschieden werden kann. Wenn wenig Gold mit vielem Eisen verbunden ist, so ist dies die beste und sicherste Scheidungsmethode.

d. Das-

d. Dasselbe Resultat würde man auch erhalten, wenn man das Metallgemisch erst mit Schwefel zu einem Rohstein schmelzt, diesen mit gleichen Theilen Glätte in Fluß bringt, und das Blei zugleich mit dem Golde in reguliniſcher Gestalt durch Eisen niederschlägt. Auf welche Art man wenig Gold aus dem Roheisen scheiden kann, hat **Scheffer** im §. 239. seiner chemischen Vorlesungen, die **Bergman** 1774 zu Upsala mit Anmerkungen begleitet herausgegeben hat, deutlich gezeigt *).

Die Feuerbeständigkeit des Goldes und die Unauflöslichkeit desselben in einigen Säuren, so wie die Verbrennlichkeit des Eisens, und seine stärkere Verwandtschaft und Auflösbarkeit in allen Säuren, gewähren sehr viel Methoden, diese Metalle durch Cementationen, Auflösungen und Fällungen von einander zu scheiden, worüber man vorzüglich in den Schriften von **Scheffer** und **Lewis** nähere Auskunft findet. **Swab** hat (Abh. d. Schwed. Akad. f. 1761) gezeigt, welches Verfahren man zu Adelfors in Småland anwendet, um das Gold vermittelst des Eisens aus dem sogenannten Goldkupfer, welches eine Verbindung von Kupfer, Eisen und Blei ist, abzuscheiden. Es findet bei diesem Proceß ungefähr dasselbe Verfahren statt, welches vorhin gezeigt worden ist; das mit Schwefel mineralisirte goldhaltige Blei wird nämlich durch einen Zusatz von metallischem Eisen reducirt und niedergeschlagen, indem das Eisen wegen seiner größeren Verwandtschaft den Schwefel anzieht und

*) Diese Methode besteht darin, den güldischen Schwefelkies, oder das künstlich dargestellte goldhaltige Schwefeleisen mit Glätte unter einer Glasdecke zu schmelzen und die völlige Reduction des Bleies durch reguliniſches Eisen zu bewirken, worauf die goldhaltigen Werke abgetrieben werden. Wenn das Eisen nur sehr wenig Gold enthält, so ist das Verbleien, oder das Verschmelzen des goldhaltigen Eisens mit Bleiglanz, zwar das sicherste Mittel zur Gewinnung des Goldgehalts im Großen; ein reines Ausbringen ist aber nicht zu erreichen, obgleich man dies von der leichten Verbindung des Schwefels mit dem Eisen auf der einen und des Goldes mit dem Blei auf der andern Seite wohl erwarten sollte.

und mit demselben einen Rohstein bildet, zu welchem das Gold keine Anziehung mehr hat.

Wenn viel Gold mit wenig Eisen verbunden ist, so daß sich das Gemisch zu einem dünnen Blech ausschmieden läßt, wird die Abscheidung des Eisens am besten durch die Cementation bewirkt. Es wird nämlich ein Goldcement aus 2 Theilen Salmiak, 4 Kochsalz und 8 feuerfestem Thon, oder auch statt des letzteren aus 8 kalcinirtem Vitriol oder Alaun bereitet, mit welchem man das eisenhaltige Goldblech in einen Tiegel oder in ein Cementirgefäß legt, welches man mit einem Deckel wohl verschließt, in den Ofen bringt und so lange in einer gleichförmigen Glühhitze, ohne aber Schmelzhitze anzuwenden, erhält, bis kein Rauch weiter durch die Ritzen dringt. Nach dem Erkalten reinigt man das Goldblech im warmen Wasser, und findet dann das Eisen und alle anderen Metalle, mit denen das Gold verbunden war (Platin ausgenommen), durch die vermittelst des Thons oder der Vitriolsäure ausgetriebene Salzsäure aufgelöst, oder durch eine Art von Etzung ausgezogen.

§. 130. Vom Vergolden des Eisens mit Blattgold.

Wir haben vorhin die Verbindung des Eisens mit dem Golde in der Schmelzhitze untersucht; die Anziehung beider Metalle gegen einander zeigt sich aber auch schon in einem geringeren Hitzgrade, nämlich beim Vergolden des Eisens mit Blattgold, welches man auf folgende Art bewerkstelliget. Das polirte und von allem durch das Betasten etwa erhaltenen Schmutz völlig gereinigte Eisen oder Stahl wird so lange über Kohlenfeuer erhitzt, bis es an der zu vergoldenden Stelle blau anzulaufen anfängt. In demselben Augenblick legt man das zugeschnittene ächte Blattgold mit einem Malerpinsel recht gleichförmig auf, drückt es mit Baumwolle an und reibt es dann, der festeren Verbindung wegen, vorsichtig mit einem Polierstahl. Dies alles muß mit

gro-

großer Vorsicht und Behendigkeit geschehen, und ein Ungeübter kann diese Arbeit aus der bloßen Beschreibung nicht kennen lernen. Die Waare muß immer in einem gleichen Grade der Hitze, die weder größer noch geringer seyn darf, als zum Blauanlaufen erfordert wird, erhalten werden, indem in beiden Fällen die Vergoldung mißglücken und das Blattgold nur stellenweise haften würde. Dies würde auch geschehen, wenn das Blattgold nicht ganz eben aufgelegt, oder wenn es doppelt gelegt wird, oder wenn Luft zwischen das Eisen und das Gold kommt.

Diese Art der Vergoldung paßt nur für glatte Flächen, z. B. bei Degen- und Säbelklingen, wobei die Schwerdtfeger sie auch anwenden; weil sie aber selten gelingt, und weil die Vergoldung größtentheils ungleich ausfällt und nicht dauerhaft ist, so wird sie wenig geachtet und gebraucht. Es ist indeß merkwürdig, daß das Eisen in der Hitze des Blauanlaufens das Blattgold, so wie man dasselbe näher bringt, schnell anzieht; aber auch an einigen Stellen wieder von sich stößt, wenn man es nicht augenblicklich mit einem Polierstahl behutsam andrückt und anreibt; eine Wirkung, die der elektrischen Kraft im Glase und im Siegellack ähnlich zu seyn scheint. Ein gut geschliffener Agat, oder ein harter Blutstein, leisten bei dieser Arbeit, statt des Polierstahls, vortreffliche Dienste. Das Blattgold muß indeß etwas stärker, als gewöhnlich, nämlich nur halbgeschlagen seyn. Dennoch bleibt diese Vergoldungsart immer sehr mißlich, und ist wegen ihrer geringen Haltbarkeit sehr wenig zu empfehlen.

§. 131. Vom Vergolden des Eisens durch das Niederschlagen und vermittelst eines Firnisses.

1. Bekanntlich werden die Metalle aus ihren Auflösungen durch andere Metalle, welche zum Auflösungsmittel eine größere Verwandtschaft haben, in reguliniſcher

scher Gestalt niedergeschlagen. Daher schlägt das Eisen das Gold mit metallischem Glanz nieder, und man hat hieraus Veranlassung zu einer Art von Vergoldung des Eisens genommen. Das Gold wird zu diesem Zweck in gewöhnlichem, aus Scheidewasser und Kochsalz bereitetem Königswasser, bis zur Sättigung des letzteren, aufgelöst, und die Auflösung mit destillirtem Essig, oder mit Weingeist, oder am besten mit 10- bis 12mal so viel Vitriolæther verdünnt, weil das Eisen von der unverdünnten Auflösung zu heftig angegriffen werden, und das Gold nicht Zeit genug behalten würde, sich an dem Eisen festzusetzen. Das feine ölige Wesen des Aethers bestimmt der Auflösung nicht allein ihre Schärfe, sondern bewirkt auch, daß sich das Gold mit einer schönen metallischen Farbe niederschlägt, sobald das Eisen mit der Auflösung begossen, oder in dieselbe eingetaucht wird. So wie sich das Eisen aber mit einer schwachen Goldfarbe bedeckt hat, muß es schnell mit reinem Wasser abgespühlt, behutsam in der Wärme getrocknet, und die Vergoldung mit einem Polierstahl so lange sanft gerieben werden, bis sie mit vollkommenem Glanz erscheint. — Man kann die oben erwähnte Goldauflösung, der aber nicht mehr Kochsalz, als zur vollkommenen Auflösung erforderlich ist, zugesetzt seyn darf, auch zu Krystallen anschießen lassen, und diese Krystalle, welche aus kubischem Salpeter bestehen, der durch die beigemischte Goldauflösung saffrangelb gefärbt ist, von der unkrystallisirbaren Mutterlauge absondern, sie in reinem Wasser auflösen, und das zur Vergoldung bestimmte Eisen in die Auflösung stellen, worauf man es alsdann auf die oben angeführte Art behandelt. — Seitdem man die Salzsäure durch Braunstein zu dephlogistisiren gelernt hat, ist eine neue Methode, die Goldauflösung darzustellen, bekannt worden. Diese Auflösung ist zum Vergolden des Eisens ohne Zweifel sehr anwendbar, nur muß man die vorstehende Säure ent-

entweder durch Alkali, oder durch eins von den oben angegebenen Mitteln abstumpfen.

2. Um jene Auflösungen weniger angreifend zu machen, soll man ächtes Blattgold und 6 bis 8mal so viel Salpeter, Kochsalz und Alaun zu gleichen Theilen genommen, mit etwas reinem Wasser auf einem Reibestein zu einem dünnen Brey anreiben, diesen Brei in einer Glasschale einkochen und zuletzt eine so starke Hitze geben, daß man eine trockene und hochgelbgefärbte Masse erhält. Diese Masse soll nach dem Erkalten feingerieben, und mit einer hinlänglichen Menge Weingeist einige Stunden lang digerirt werden, bis man eine gelbliche Tinktur erhält. Das aufgelöste Gold wird dann auf das hineingestellte polirte Eisen als eine dünne Haut niedergeschlagen, die mit Wasser abgespühlt werden muß, um sie gegen den Angriff der Säure zu schützen. Nach meinen Versuchen ist diese Methode nicht besser, als die Anwendung einer mit Vitriolæther verdünnten Auflösung in Königswasser. Indeß ist aber auch diese Vergoldung so unbeständig, daß sie oft kaum das Abreiben mit einem reinen Lappen verträgt.

3. Wenn stärkerer Vitriolæther, oder so genannter rectificirter Aether, zu einer starken gut gesättigten Auflösung des Goldes in Königswasser gegossen wird, so tritt die vorhin (§. 126, 2. g.) angeführte Erscheinung ein; der oben schwimmende Aether zieht nämlich das Gold aus der Auflösung an und hält es aufgelöst. Wenn diese Auflösung mit Weingeist, oder mit einer schwächeren Vitriolnaphta, stark verdünnt wird, so schlägt sich das Gold daraus ebenfalls durch reines Eisen als eine dünne Haut nieder, allein die Vergoldung hat wenig Glanz, obgleich sie etwas dauerhafter ist, als die beiden vorhin angeführten. Im Allgemeinen ist bei dieser Vergoldung zu bemerken, daß sie auf Stahl besser gelingt, als auf Eisen, und daß der Stahl bloß mit sehr feinem Schmirgel und Branntwein geschliffen, aber

nicht

nicht mit Oel fein polirt seyn darf. Am besten gerathen indeß alle diese Vergoldungen durch Niederschlagen, wenn das Eisen vorher mit einer Kupferhaut überzogen war. — Je weniger fressend die Goldauflösung ist, desto besser wird die Vergoldung, und deshalb ist das in No. 1. angegebene Verfahren, die Goldauflösung bis zum Krystallisiren abzudampfen und die Krystalle in destillirtem Wasser aufzulösen, am mehrsten zu empfehlen, indem sich das Gold aus dieser wäßrigen Auflösung auf der dünnen Kupferhaut niederschlägt, ohne sie (wenn das Abspühlen nur mit gehöriger Schnelligkeit geschieht) im mindesten anzugreifen. — Von allen diesen Flüssigkeiten, die zu den eben erwähnten kalten Vergoldungen dienen sollen, darf man aber nicht mehr bereiten, als man zum jedesmaligen Gebrauch nöthig hat, weil sich das Gold nach und nach aus der mit Wasser, Weingeist, Essig oder Aether verdünnten Auflösung abscheidet, und sich entweder als ein braunes Pulver zu Boden legt, oder als ein dünnes Häutchen auf der Flüssigkeit schwimmt. Alle diese kalten Vergoldungen sind indeß so kostbar und so wenig dauerhaft, daß sie wenig Nutzen gewähren und nur aus Liebhaberei angewendet werden *).

4. Dauerhafter und nützlicher wird solche kalte Vergoldung, wenn man die polirte Arbeit entweder ganz und gar, oder nur die einzelnen zu vergoldenden Verzierungen derselben in einer gelinden Wärme ganz dünne und

*) Stodart und Home haben diese Art von Vergoldung des Eisens oder Stahls erst kürzlich (1805) wieder empfohlen. Man soll die völlig gesättigte Auflösung des Goldes in Königswasser mit dreimal so viel reinem Schwefeläther zusammengießen und die Mischung in einem verstopften Glase zusammenschütteln; den Aether, welcher alles Gold aus der Säure in sich aufgenommen hat, durch einen Hahn von der auf dem Boden des Gefäßes befindlichen farbenlosen Säure abscheiden und den sorgfältig polirten Stahl einige Augenblicke hineinstellen, worauf er schnell herausgezogen, in reinem Wasser abgespühlt und getrocknet werden soll. Prouf hat auf diese Art aber nur eine schlechte unhaltbare Vergoldung erhalten, welches auch mit Hrn. R.'s Erfahrungen übereinstimmt. (Gehlen's Journal für Chemie u. Physik B. I. S. 479 u. f.)

und gleichförmig mit dem oben (§. 18.) beschriebenen Bernsteinfirniß überstreicht. Wenn dieser Firniß in einem warmen Zimmer so weit eingetrocknet ist, daß er noch an den Fingern haftet, ohne jedoch daran zu kleben, wird das ächte Blattgold aufgelegt, mit Baumwolle oder mit weichem Leder, wie es die Maler gewöhnlich zu machen pflegen, angedrückt, und dann in einer starken Wärme, oder in einem besonders dazu vorgerichteten Ofen eingebrannt. Dieses Verfahrens bedient man sich besonders beim Stahl, und treibt dann die Hitze so weit, daß der Stahl anfängt blau anzulaufen, bei welchem Hitzgrad das Gold am stärksten haftet und eine hohe Farbe erhält. Wird dieser Grad der Hitze aber überschritten, so brennt der Firnißgrund an und löst sich zugleich mit dem Golde ab. Bei allen Arbeiten, die keiner starken Abnutzung durch den Gebrauch unterworfen sind, ist diese Vergoldung dauerhaft genug. Sie schützt das Eisen nicht allein gegen den Rost, sondern nimmt sich auch sehr gut gegen den blauen Grund aus, und es lassen sich dabei viele Abwechselungen in den Zeichnungen und in der Höhe der Farbe des Goldes anbringen *).

5. Eine andere Art der kalten Vergoldung ist die, daß man die Oberfläche des Eisens erst mit einer Kupferhaut überzieht, diese nach §. 140. versilbert und die Versilberung dann kalt vergoldet. Man sättiget zu dem Ende eine Goldauflösung in Königswasser mit Salpeter, taucht reine, feine und dünne Leinwandlappen in dieselbe, trocknet diese Lappen vorsichtig, läßt einen nach dem andern auf einer reinen Platte verbrennen, und löscht den erhaltenen schwarzen Zunder mit einem Hammer-

oder

*) Vergoldungen auf Gußwaaren, z. B. vergoldete Buchstaben, oder Zahlen auf eisernen gegossenen Platten, werden auf dieselbe Art dargestellt. Das Gußstück wird mit sehr dünnem Copalfirniß überzogen und die zu vergoldenden Stellen werden mit Blattgold belegt. Nach dem Trocknen wiederholt man das Ueberziehen und Belegen wohl zum zweiten und drittenmal und überstreicht alles zuletzt wieder mit dem dünnen Lack.

oder mit einem Reibeisen aus. Wenn man alsdann den Finger naß macht, in das schwarze Pulver taucht und die Versilberung damit abreibt, so erhält sie die verlangte Vergoldung.

§. 132. Von der Feuervergoldung durch Amalgama.

Alle Vergoldung auf Silber, Kupfer oder Messing, die von Dauer seyn soll, muß bekanntlich mit einem Goldamalgama, nämlich mit einer Auflösung des Goldes in Queckſilber, geschehen. Wegen der Anziehung der erwähnten Metalle zum Queckſilber verbindet sich das letztere sehr leicht mit der vorher durch eine scharfe Säure, z. B. durch Scheidewasser, gereinigten Oberfläche jener Metalle, und versilbert sie gleichsam, welches man anquicken nennt. Auf diese Anquickung läßt sich dann sehr leicht anderes, durch die Amalgamation mit Gold verbundenes Queckſilber auftragen, auf welche Art man das Gold so dünne, als man will, auf der Oberfläche des zu vergoldenden Metalles vertheilen kann. Wenn das Queckſilber nämlich bei einer gelinden Hitze über Kohlenfeuer verdampft wird, so bleibt das Gold auf der Oberfläche des Metalles zurück und bedeckt dieselbe, welches man die Feuervergoldung, oder die heiße Vergoldung nennt, die allen Metallarbeitern als die beste und dauerhafteste bekannt ist, weshalb man sie auch auf Eisen und Stahl anzuwenden gesucht hat. Hierbei entstand aber die Schwierigkeit, daß das Queckſilber durchaus keine Anziehung zum Eisen zeigte, sich folglich nicht mit demselben verbinden wollte, bis man endlich den Ausweg ersann, das Eisen zuerst mit Kupfer, welches sich auf die angeführte Art anquicken und vergolden läßt, zu überziehen. In den §§. 143. 145. werde ich zeigen, daß das Ueberziehen des Eisens mit Kupfer auf zweierlei Art bewerkſtelliget werden kann, entweder durch das Ueberschmelzen im Feuer, oder durch den Niederschlag aus einer Auflösung des Kupfers in Säuren. Auf dem

ersten Wege erhält man zwar die stärkste und dauerhafteste Vergoldung, sie ist aber bei feinern Arbeiten, die eine so starke Hitze nicht aushalten würden, unanwendbar, weshalb die letzte Methode, oder das Ueberziehen des Eisens mit einer Kupferhaut durch den Niederschlag, am gebräuchlichsten ist.

Es kommt bei dieser Vergoldungsmethode vorzüglich darauf an, der Kupferhaut eine solche Haltbarkeit zu geben, daß sie sich beim Anquicken nicht ablöst, welches gewöhnlich der Fall zu seyn pflegt, wenn die Auflösung zu kupferhaltig und die Säure zu stark ist, und wenn das Eisen zu lange darin stehen bleibt. Die Auflösung, oder das sogenannte Quickwasser, muß daher nicht sehr kupferreich seyn und nicht mehr Säure enthalten, als nöthig ist, um die Kupferhaut, worauf sich das Queckſilber befestigen soll, völlig rein darzustellen. Viele Versuche, die deshalb angestellt worden sind, kann ich hier der Kürze wegen nicht erwähnen.

Wenn man den blauen Kupfervitriol in Wasser auflöst, und ein Stück blankes Eisen in die Auflösung stellt, oder mit derselben überstreicht, so schlägt sich das Kupfer bekanntlich sogleich daraus nieder. Diese Kupferhaut läßt sich aber nur durch den Zutritt einer überschüssigen Säure mit Queckſilber anquicken, und dadurch ist man auf der andern Seite wieder dem Wegbeitzen des Kupfes ausgesetzt. In den deutschen technologischen Schriften findet man sehr viele Vorschriften zum Vergolden des Eisens und Stahls; ich habe sie indeß alle unbrauchbar und wohl gar abgeschmackt befunden, weshalb ich mich bei der Untersuchung dieser unnützen Vorschriften nicht aufhalten, sondern hier die Bestandtheile eines Quickwassers mittheilen will, auf dessen Güte und Brauchbarkeit man sich verlassen lassen kann. Es werden 4 Loth starke oder 6 Loth weniger starke Vitriolsäure, $1\frac{1}{2}$ Loth Alaun, $\frac{1}{2}$ Loth Salmiak, $\frac{3}{4}$ Loth Kupfervitriol, 1 Loth Zinkvitriol und 10 Loth klarer reiner Weineſſig in $3\frac{1}{6}$

Pfund

Pfund reinem Flußwasser bei gelinder Siedhitze in einem Glaskolben aufgelöst.

Dem Chemiker wird es nicht entgehen, daß man diese Ingredienzien ohne Gefahr etwas abändern kann; dem Künstler kann es genügen, die Bestandtheile dieses brauchbaren und in Vergleich mit vielen anderen sehr einfachen Quickwassers zu kennen. Der Essig könnte ganz wegbleiben, und die Vergoldung würde bei einiger Uebung doch gelingen; weil die Erfahrung aber gezeigt hat, daß der Essig durch sein ölartiges Wesen die Schärfe der Mineralsäure mildert, und zur stärkeren Befestigung der Kupferhaut an der Oberfläche des Eisens und Stahls beiträgt, so mag man ihn immer beibehalten. Will man außer dem Essig noch einige Loth Citronensaft zusetzen, so läßt sich dagegen auch nichts einwenden, weil die schleimigen Theile des Saftes recht gute Dienste thun mögen. Auch den Alaun könnte man ohne Nachtheil weglassen; weil er die Oberfläche des Eisens aber schneller und besser beitzt und zur Aufnahme der Kupferhaut geneigt macht, als die Vitriolsäure allein thun würde, so ist es gut ihn beizubehalten. Der Salmiak ist beim Anquicken der Kupferhaut wirksam, man setzt ihn aber vorzüglich deshalb zu, weil er die Farbe des Goldes beim Verdampfen erhöhet. Er könnte indeß fehlen, ohne daß die Vergoldung mißriethe, allein der Hauptbestandtheil, der Kupfervitriol, darf nicht wegbleiben, um Eisen mit Kupfer zu umhüllen und zur Aufnahme des Queckſilbers geneigt zu machen. Aus diesem Grunde darf auch die Vitriolsäure nicht fehlen, weil sie durch die Reinigung des Kupfers das Anquicken bewirken muß. Eine geringere Quantität Salpetersäure würde freilich dieselbe Wirkung thun, indeß würde die Vergoldung dann häufig mißrathen, weil die Salpetersäure das Eisen zu stark angreift und verkalkt. Will man den Salmiak weglassen, so muß man noch einmal so viel reines Kochsalz nehmen. Der Zinkvitriol

trägt

trägt zur Befestigung des Amalgam auf der Kupferhaut bei.

Das fertige Quickwasser wird in Flaschen, die mit einem gut schließenden Stöpsel versehen sind, aufbewahrt, und dann schreitet man zum zweiten Theil der Arbeit, nämlich zur Bereitung des Goldamalgam. Dieser Proceß ist allen Goldarbeitern und Gürtlern so bekannt, daß ich die Beschreibung desselben füglich übergehen kann und nur bemerken muß, daß das Amalgam weich wie Butter und nicht so steif seyn darf, daß es knarrt, in welchem Fall noch mehr Queckſilber zugesetzt wird. Sollte es aber zu dünne und flüssig seyn, so hilft man sich dadurch, daß man das überflüssige Queckſilber durch Leder preßt. Vorzüglich muß es aber ganz reinlich gehalten, zuerst mit Salzwasser und dann mit reinem Wasser ausgewaschen und auf feiner Leinewand in der Wärme getrocknet werden.

Beim Vergolden verfährt man auf folgende Art. Es werden einige Loth durch Leder gepreßtes, oder noch besser destillirtes völlig reines Queckſilber in einen kleinen Trog von Erlenholz, oder in ein glasirtes thönernes Gefäß, welches eine zweckmäßige Form haben muß, gethan, und so viel von dem oben beschriebenen Quickwasser aufgegossen, daß das Queckſilber einen oder zwei Finger hoch damit bedeckt wird. Dann hält man die zu vergoldende Arbeit über den Trog, und übergießt sie vermittelst eines reinen baumwollenen Lappens so lange mit dem Quickwasser und Queckſilber, bis eine bleiche Kupferhaut zum Vorschein kommt, und das Queckſilber sich zugleich tropfenweise darauf festsetzt, welches dann mit Baumwolle gleichförmig auseinander gerieben wird, worauf man die Arbeit sogleich mit reinem lauwarmen Wasser abspühlt, um den ferneren Wirkungen des etzenden Quickwassers Einhalt zu thun. Nun nimmt man vermittelst eines angequickten Kupferstiftes, wie ihn die Goldschmiede gewöhnlich gebrauchen, ein wenig von dem

dem Amalgam, trägt es auf die angequickte Arbeit auf und breitet es auf den angequickten Stellen, oder den zu vergoldenden Zeichnungen, die ganz davon bedeckt werden müssen, durch häufig wiederholtes Auftragen so gleichförmig als möglich aus, hält die Arbeit über reines Kohlenfeuer, um sie nach und nach zu erwärmen, und sucht das Amalgam, vermittelst eines reinen baumwollenen Lappens oder eines Pinsels, behutsam überall gleichförmig zu vertheilen und anzudrücken, bis das Queckſilber zu kochen anfängt. Weil bei dieser Operation einzelne Tropfen abfallen, so muß das Andrücken über einem glasirten thönernen Gefäß geschehen, damit man das abfallende überflüssige Amalgam zu fernerem Gebrauch aufbewahren kann. Das gleichförmige und langsame Erwärmen wird so lange fortgesetzt, bis das Queckſilber gleichsam eingetrocknet und verraucht ist, worauf das Gold mit seiner wahren Farbe zum Vorschein kommt. Der ganze Proceß muß bei einem Hitzgrad geschehen, in welchem das Eisen violet anläuft, denn wenn man eine stärkere Hitze, in welcher das Eisen blau anläuft, anwenden wollte, so würde das Gold zwar mehr hochgelb ausfallen, aber an den nur dünne überzogenen Stellen fleckig werden und eine Kupferfarbe erhalten. Dies ist vorzüglich beim Vergolden des Eisens der Fall, welches eine stärkere Hitze zum Blauanlaufen erfordert, als der Stahl, der den blauen Anlauf eher verträgt, ohne daß die hochgelbe Farbe des Goldes darunter leidet.

Wenn das Queckſilber auf diese Art gänzlich verdampft und die Vergoldung erkaltet ist, muß sie mit einer sehr feinen messingenen Kratzbürste in reinem Wasser, oder noch besser in schwachem Bier, so lange gebürstet werden, bis das Gold, welches beim Abdampfen eine matte Oberfläche erhielt, ganz blank zum Vorschein kommt, worauf es nach dem reinen Abtrocknen wieder erhitzt wird, um eine hochgelbe Farbe hervorzubringen.

Das Anſieden mit Glühewachs, deſſen ſich die Metallarbeiter zur Erhöhung der Farbe zu bedienen pflegen, iſt weder nöthig, noch beim Eiſen anwendbar. Merkwürdig iſt es aber, daß das Eiſen die Farbe des Goldes erhöhet, weshalb auch in allen Miſchungen zum Glühewachs kalcinirter Vitriol, rothe Kreide, oder eine ähnliche Subſtanz enthalten iſt.

Bei Degenklingen und ähnlichen Arbeiten verlangt man gewöhnlich, daß die zu vergoldenden Stellen vorher durch Etzen allerlei Figuren, Zeichnungen, Inſchriften ꝛc. erhalten, weshalb die Arbeit zuvor, auf die weiter unten zu beſchreibende Art, mit einem ſtarken Etzgrunde überzogen werden muß, der aber, wie ſich von ſelbſt verſteht, an den Stellen, die vergoldet werden ſollen, ſorgfältig wieder weggeſchafft wird. Soll die Vergoldung in einzelnen Figuren und Zeichnungen eingeſenkt werden, ſo müſſen dieſe Zeichnungen etwas tief mit groben Strichen eingelegt ſeyn, und ohne dem Etzgrund zu ſchaden, mit Waſſer ganz rein ausgebürſtet werden, damit das Etzwaſſer tief genug eindringen kann, auch muß die Vergoldung ſehr ſchnell vorgenommen, oder die Arbeit in reinem Waſſer aufbewahrt werden, damit kein Roſt hinzutreten kann, wodurch die Vergoldung mißglücken würde. Beim Uebergießen mit Quickwaſſer haftet die Kupferhaut dann zugleich mit dem Queckſilber bloß in den Zeichnungen, welche alsdann auf die erwähnte Art mit Amalgam belegt und vergoldet werden.

Verlangt man vergoldete Zeichnungen auf polirter nicht geetzter Arbeit, ſo muß die ganze Oberfläche mit einem Firniß überzogen werden, der die Vergoldungshitze, ohne anzukleben, aushält, und ohne Nachtheil für die Politur wieder weggeſchaft werden kann. Hierzu leiſtet das ſogenannte Judenpech, oder der Aſphalt, die beſten Dienſte. Die Arbeit wird nämlich bis zu dem Grade erhitzt, daß ein Stück Aſphalt, welches man auf

der

der Arbeit abreibt, zu schmelzen anfängt, worauf man die Asphalthaut von den zu vergoldenden Zeichnungen abkratzt und diese dann auf die vorhin beschriebene Art vergoldet.

Ein angequickter Grund, oder eine mit Queckſilber überzogene Kupferhaut, läßt ſich auch mit Blattgold vergolden, welches vom Queckſilber ſogleich angezogen wird, und mit Baumwolle recht gleichförmig angedrückt werden muß. Die mit Blattgold belegte Arbeit wird dann über Kohlenfeuer gehalten, um das Queckſilber nach und nach verdampfen zu laſſen, wobei man das Gold beſtändig mit Baumwolle andrückt, bis es mit ſeiner wahren Farbe zum Vorſchein kommt. Iſt das Blattgold ſehr dünne, ſo bedeckt es die Arbeit nicht gehörig, weshalb man es doppelt zuſammenlegen, oder halbgeſchlagenes Gold anwenden muß. Dieſe Methode iſt indeß immer nicht ſo dauerhaft, als das Vergolden mit Amalgam, wobei aber ebenfalls ſehr häufig Hinderniſſe eintreten, die man nur durch Erfahrung und Uebung kennen und beſeitigen lernen kann. Es iſt unmöglich, alle Umſtände bei einer Beſchreibung zu berückſichtigen, indeß kann man doch Folgendes merken.

Alles zu vergoldende Eiſen oder Stahl muß im höchſten Grade rein und von allem Schmutz frei ſeyn, und daher auch zuvor mit Leinwand und feinem, trocknem Kalk, oder noch beſſer mit dem feinſten geſiebten Kryſtallglas abgerieben und dann nicht weiter mit bloßen Händen angefaßt werden.

Die Kupferhaut muß überall gleich ſtark ſeyn, welches ſich am beſten durch das Eintauchen in Quickwaſſer erreichen läßt, wobei man diejenigen Stellen, an denen zu viel Quickwaſſer hängen geblieben ſeyn ſollte, mit Baumwolle abſtreicht. Wenn die Kupferhaut, ſo wie ſie aus dem Quickwaſſer kommt, ſchnell trocken wird, oder Waſſer von ſich ſprützt, ſo iſt es ein Beweis, daß ſie leicht abfallen wird; hält ſie ſich aber feucht, ſo iſt

dies ein gutes Zeichen, weil sie dann das Abtrocknen mit einem leinenen Lappen aushält und sitzen bleibt.

Wenn das Queckſilber auf der Kupferhaut nicht haften will, kann man dem Quickwaſſer einige Tropfen von der Auflöſung des Queckſilbervitriols in reinem Waſſer zuſetzen, oder die Stellen, auf denen das Queckſilber nicht haften will, mit einem in jener Auflöſung eingetauchten Federbart beſtreichen. Wenn das Quickwaſſer aber zu viel Queckſilber aufgelöſt enthält, ſo ſchlägt ſich dieſes mit der Kupferhaut zugleich auf dem Eiſen nieder und veranlaßt dadurch, daß die ganze Haut mit dem Golde beim Abdampfen abfällt und die Arbeit verdirbt. Dies iſt auch der Grund, weshalb ein und daſſelbe Quickwaſſer zuletzt unbrauchbar wird; es verliert nämlich beim öfteren Gebrauch zu viel von ſeinem Kupfergehalt, und muß dann durch einen Zuſatz von blauem Vitriol verbeſſert, oder wieder ganz friſch angefertiget werden.

Es laſſen ſich auf rein polirtes Eiſen und Stahl auch Zeichnungen auftragen, ohne die übrige Fläche mit einem Etzgrunde bedecken zu dürfen, wenn man das Quickwaſſer nur mit etwas Sublimat, oder mit dem vorhin angeführten Queckſilbervitriol verſetzt, und dieſem Quickwaſſer dann ſo viel vitrioliſchen Colcothar zuſetzt, daß eine dünne Waſſerfarbe entſteht, mit welcher man die verlangten Zeichnungen anfertiget. Das Kupfer und Queckſilber ſchlagen ſich dann zu gleicher Zeit auf dem Eiſen nieder und bringen die verlangten Zeichnungen hervor, worauf man die Farbe ſchnell mit reinem Waſſer abſpühlt, ſogleich mehr Queckſilber aufträgt, die angequickten Zeichnungen mit Amalgam belegt, und dieſes nach der oben angeführten Art abraucht und weiter behandelt.

Noch ſchneller läßt ſich die Vergoldung auf folgende Art bewerkſtelligen: Es wird reines Gold in Königswaſſer, welches durch die Auflöſung des Alenbrothſalzes

(aus

(aus 2 Theilen Sublimat und 1 Theil Salmiak bestehend) in Scheidewasser entstanden ist, aufgelöst, und diese Auflösung mit 8 bis 10mal so viel Weingeist oder starkem Branntwein verdünnt. Nachdem das Eisen nun in Quickwasser eingetaucht worden ist, um eine gute starke Kupferhaut anzusetzen, die an den zu vergoldenden Stellen recht rein abgespühlt werden muß, taucht man es in die eben erwähnte verdünnte Goldauflösung, worauf das im Sublimat befindliche Queckſilber zugleich mit dem Golde, als ein Amalgam in metallischer Gestalt, auf der Kupferhaut niedergeschlagen wird und eine weiße Decke bildet, von der das Queckſilber durch Erhitzung verjagt wird, so daß das Gold allein zurückbleibt und die Arbeit vollkommen vergoldet. Wenn diese Vergoldung recht gleichförmig und nicht fleckig ausfallen soll, so erfordert sie sehr viel Uebung. — Taucht man das polirte Eisen, oder den Stahl, unmittelbar in die verdünnte Goldauflösung, so schlagen sich das Queckſilber und das Gold zwar ebenfalls zu gleicher Zeit in metallischer Gestalt nieder, und es bleibt nach dem Abdampfen des Queckſilbers eine Vergoldung zurück, welche aber nicht so dauerhaft, als auf der Kupferhaut, ausfällt.

Soll die Vergoldung vom Eisen oder Stahl weggenommen werden, so bestreicht man die vergoldeten Stellen mit einer Salbe, die aus gleichen Theilen Salpeter, Eisenvitriol und Salmiak besteht, welche mit etwas Königswasser angefeuchtet sind, hält die Arbeit über Kohlenfeuer, bis die Feuchtigkeit verdampft und die aufgestrichene Salbe schwarz geworden ist, worauf man sie sogleich unter Wasser abkratzt, wobei alles Gold als ein schwarzes Pulver mit abgeht, welches mit warmen Wasser ausgesüßt, in einem Scherben gesammelt, getrocknet, geglühet und mit Blei versetzt, verschlackt, abgetrieben und mit Salpeter und Borax nach den Regeln der Probirkunst geschmolzen werden muß.

Wenn

Wenn die Kupferhaut auf dem Eisen sehr festsitzt, so braucht man sie nicht vorher mit Quecksilber anzuquicken, sondern kann das Amalgam unmittelbar auftragen, nur muß man den Stift zum Auftragen des Amalgam häufig in Quickwasser eintauchen, welches für diesen Fall aus 1 Loth Kupfervitriol, 2 Loth Zinkvitriol, 1½ Loth Alaun, ½ Loth spanischem Grün und 4 Loth ganz reinem Kochsalz besteht, welche Ingredienzien sämmtlich gepulvert und durch ein halbstündiges Kochen in einem Maaß reinen Wassers aufgelöst werden. Die zu vergoldende Arbeit wird in dieses Wasser, so lange es noch warm ist, eingetaucht und sogleich wieder herausgenommen, wenn man merkt, daß sich Kupferhaut recht fest angesetzt hat, worauf man das Amalgam nach der bekannten Art aufträgt. Dieser Proceß ist zwar etwas abgekürzt, indeß erfordert er doch viele Uebung, wenn er gelingen soll.

§. 133. Vom Einlegen des Goldes in Eisen.

Ich habe so eben von der Verbindung des Goldes mit Eisen vermöge der Anziehungsgesetze, sowohl durch unmittelbares Bekleiden (§. 130.), als durch die Zwischenkunft des Kupfers bei der Amalgamationsvergoldung geredet, und muß nun noch anführen, wie das Gold durch **Einlegen** oder **Einschlagen** zur Verbindung mit dem Eisen gewissermaßen gezwungen wird, welche Verzierungsmethode eigentlich das **Inkrustiren** des Eisens mit Gold genannt werden sollte. **Stockenström** hat diese Arbeit, von welcher man nur in den Fällen, wenn Figuren und Zierrathen auf weichem Eisen aufgetragen werden sollen, Gebrauch machen kann, auf seiner Reise gesehen und mir folgende Beschreibung davon mitgetheilt.

Wenn die Eisenarbeit fertig und glatt gefeilt ist, wird die ganze Oberfläche vermittelst eines einzigen, besonders dazu eingerichteten stählernen Werkzeuges durch dop-

doppelt kreuzende Striche aufgehauen, so daß der Grund völlig das Ansehen einer sehr feinen Feile erhält. Alsdann legt man die dünne ausgetriebenen Goldblättchen, denen man vorher in stählernen Ensenken jede beliebige Form gegeben hat, auf den aufgehauenen Grund, schlägt sie mit einem messingenen Hammer fest, hält die Arbeit so lange, bis sie blau anläuft, über reines Kohlenfeuer, bereibt und polirt die ganze Oberfläche dann mit einem ganz harten polirten Blutstein, und wiederholt dieses Erhitzen und Poliren dreimal hinter einander. Die sehr fest sitzende Vergoldung erhält dadurch ein sehr glänzendes Ansehen, und scheint durch die Politur mit Blutstein einen firnißartigen Ueberzug bekommen zu haben. Die Handgriffe muß man sich durch Uebung verschaffen. — Auf eben diese Art geschieht auch das Einlegen des feinen Silbers in Eisen, wenn man statt des Goldes Blattsilber anwendet.

§. 134. Von der Verbindung des Eisens mit dem Platin beim Zusammenschmelzen.

Die Verbindung des Platin mit Eisen scheint nicht weniger genau, als die des Goldes mit diesem Metall zu seyn, denn alle Platinkörner werden größtentheils sehr stark vom Magnet gezogen, und äußern auch sogar gegen einander eine magnetische Anziehung, welche sich sehr deutlich zu erkennen giebt, wenn man sehr dünne Schuppen oder Blättchen von den Platinkörnern auf die Oberfläche des Wassers legt, so daß sie sich einander ungehindert nähern können. Aus der Auflösung der Platinkörner in Königswasser läßt sich ein sehr schönes Berlinerblau niederschlagen, welches ebenfalls einen Eisengehalt beweist. Mehrere Naturforscher, vorzüglich **Büffon**, sind daher auch zu der Meinung verleitet worden, daß das Platin ein Gemisch von Gold und Eisen sey; obgleich aber das Platin einer solchen Mischung, in Rücksicht der Farbe und Geschmeidigkeit, sehr

ähn-

ähnlich seyn kann, so unterscheidet es sich davon doch in vieler Rücksicht, und giebt sich als ein selbstständiges Metall zu erkennen, wie Scheffer, Lewis und besonders Bergman augenscheinlich bewiesen haben. — Ueber das Verhalten des Eisens mit dem Platin beim Zusammenschmelzen hat Lewis in seiner Geschichte des Platin viele mühsame Versuche angestellt, wovon ich folgende mittheilen will.

„1. Eine halbe Unze Platin und eine Unze Eisendrath, welche mit Gips in einen hessischen Tiegel gethan und eine Stunde lang der stärksten Hitze vor dem Gebläse ausgesetzt wurden, kamen vollkommen in Fluß, der Tiegel war aber größtentheils in Glas verwandelt und der Boden durchfressen, so daß ein großer Theil des Metalles ausgelaufen war. Der Versuch ward 4 bis 5mal wiederholt und gab immer dasselbe Resultat, indem der Tiegel beständig früher durchfressen ward, ehe das Eisen so flüssig geworden war, daß es das Platin auflösen konnte. Merkwürdig ist es, daß das auf diese Art geschmolzene Eisen vollkommen geschmeidig war, obgleich das geschmeidige Eisen, nach der Meinung vieler Naturforscher, die Eigenschaften des Roheisens erhalten soll, wenn es zum Fließen gebracht wird."

„2. Drei Unzen Roheisen und eben so viel Platin gaben in einer starken Hitze eine breiartige Masse, die durch einen neuen Zusatz von einer Unze Roheisen in einen ziemlich dünnen Fluß kam. Weil der schwarze Reißbleitiegel in der starken Hitze zu spröde geworden war und nicht mit der Zange heraus gehoben werden konnte, so mußte die Mischung im Tiegel erkalten. Beim Zerschlagen fand sich das Metall zu einem Klump zusammengeflossen, der weder eine konvexe noch eine konkave Oberfläche hatte, sondern ganz glatt war. Die Mischung wog $\frac{1}{10}$ weniger, als das Eisen und Platin gewogen hatten, und war äußerlich so hart, daß die

Feile

Feile keinen Angriff darauf machen konnte, dabei aber zugleich so zähe, daß der Regulus durch mehrere Schläge mit einem großen Schmiedehammer verschiedene Eindrücke annahm, ohne auseinander zu fahren. Rothwarm ließ er sich aber leicht zerschlagen, und zeigte dann ein ganz gleichförmiges Korn, welches nicht (wie das angewendete Eisen) aus glänzenden Blättern, sondern aus dunkeln oder matten Körnern bestand, die durchaus keinen metallischen Glanz hatten."

„3. Eine Unze Platin ward in dem Augenblick auf 4 Unzen Roheisen getragen, als diese zu schmelzen anfingen. Das Ganze kam bei fortgesetzter starker Hitze sehr schnell in Fluß. Die Mischung war, wie die vorige, ganz hart, schien sich aber doch unter dem Schmiedehammer etwas auszudehnen. Auf dem Bruch war sie ebenfalls körnig, aber nicht so dunkel gefärbt."

„4. Ein Theil Platin und 12 Roheisen kamen leicht und mit einem sehr geringen, oder mit gar keinem Abgang in Fluß. Die Mischung war viel härter, als das Eisen, nahm die Eindrücke des Hammers an, ließ sich eben so, wie die übrigen Mischungen, nur mit äußerster Mühe zerschlagen und verhielt sich rothwarm ganz spröde."

„5. Alle obige Mischungen aus Platin und Eisen nahmen eine gute Politur an. Die erste hatte sich nach 10 Jahren nicht merklich verändert, die zweite erhielt einige kleine Anlaufflecken, und die dritte war etwas mehr, aber doch nicht so stark als reines Eisen, angelaufen."

„6. Von dem Gemisch aus 1 Platin und 4 Roheisen ward etwa eine Unze mit Reaumur's Stahlpulver (aus 8 Theilen Ruß, 4 Asche, 4 Kohlenstaub und 3 Kochsalz) in einen wohlverklebten Tiegel gethan und 12 Stunden lang einer sehr starken Glühhitze ausgesetzt. Die Mischung nahm etwa $\frac{1}{30}$ am Gewicht zu, verhielt sich weicher als vorher gegen die Feile, schien aber nach dem Glühen und Ablöschen in Wasser nicht härter zu werden,

und

und zeigte überhaupt gar nicht die Merkmale, wodurch sich Stahl und Eisen von einander unterscheiden."

„7. Von demselben Gemisch wurden etwa $\frac{3}{4}$ Unzen auf die nämliche Art mit dem zum Adouciren gebräuchlichen Pulver aus Knochenasche und Kohlenstaub cementirt. Das Metall nahm $\frac{1}{3\,4}$ am Gewicht zu, war gegen die Feile etwas weicher, als vorher, verhielt sich aber doch härter, als die mit dem Stahlcement gebrannte Mischung."

Lewis bemerkt hierbei: „daß er das Roheisen nicht wie die übrigen Metalle, deren Verhalten mit dem Platin von ihm geprüft worden sind, für einen reinen metallischen Körper ansehen könne, sondern daß es gewöhnlich Schwefelmetalle enthalte, wovon seine Sprödigkeit vorzüglich herrühre und dessen Abscheidung der eigentliche Zweck des Frischprocesses, oder der Darstellung des geschmeidigen Eisens sey. Weil sich nun das Platin nicht mit dem Schwefel verbindet, so entsteht die Vermuthung, daß ein Theil der schwefelartigen Substanz bei der Verbindung des Platin mit Roheisen ausgestoßen und verbrannt wird, und daß das Gemisch seine Zähigkeit auch zum Theil dieser Ursache verdankt. Um diesen Gegenstand völlig ins Reine zu bringen, konnten die Versuche indeß nicht lange genug fortgesetzt werden; wenn man aber bedenkt, daß das Roheisen durch die Verbindung mit Platin eben so vollkommen, als beim Frischproceß, gereiniget wird, so ist die Zähigkeit der Mischung immer sehr merkwürdig, indem das Platin allen andern Metallen diese Eigenschaft in einem hohen Grade benimmt. In gewissen Fällen kann das Platin daher einen vortrefflichen Zusatz zum Eisen abgeben, wenn man nämlich ein Metallgemisch zu haben wünscht, welches einen hohen Grad von Härte besitzt, ohne zugleich spröde und nicht bearbeitbar zu seyn."

Aus

Aus den von Lewis angestellten Versuchen über das specifische Gewicht jener Metallmischungen geht hervor: „daß ein Gemisch aus Eisen und Platin immer ein grösseres specifisches Gewicht besitzt, als es nach der Berechnung und nach der Quantität der zugesetzten Metalle haben sollte. So war z. B. das specifische Gewicht einer Mischung aus 1 Theil Platin und 1,295 Eisen = 9,917, obgleich es der Rechnung nach nur 9,511 seyn sollte. Bei einem anderen Gemisch aus 1 Platin und 10 Eisen betrug das Gewicht 7,862, obgleich es nur 7,496 hätte seyn sollen. Dies Verhalten ist um so auffallender, als die Gemische aus Platin mit Kupfer und mit einigen anderen Metallen ein geringeres specifisches Gewicht besitzen, als sie nach der Rechnung haben sollten."

Scheffer erklärt diese Erscheinung aus der Eigenschaft des Eisens, beim Kalciniren durch den Verlust des Phlogiston um $\frac{1}{3}$ schwerer zu werden, und dabei gänzlich zu verbrennen. Das Roheisen kann aber einen bedeutenden Verlust an Phlogiston erleiden, ohne sich zu verkalken, oder seine Metallität zu verlieren, wobei sich zugleich das absolute Gewicht nach Umständen mehr oder weniger vermehrt. Weil nun die oben erwähnten Gemische ohne Zusatz von Brennbarem zusammengeschmolzen wurden, so ist zu vermuthen, daß ein Theil vom Phlogiston des Eisens beim Zusammenschmelzen verbrannt worden ist, und daß das Metall dadurch ein grösseres Gewicht erhalten hat. Weil das wirkliche oder absolute Gewicht dabei aber nicht vermehrt ward, so muß eben so viel Eisen, als die Gewichtszunahme betragen hat, verschlackt und zerstört, folglich das Volum des Metalles vermindert worden seyn, so daß das Platin, dem Gewicht nach, zwar eben so viel Eisen, als zum Versuch genommen worden ist, aber in einem weit geringeren Raum enthält. Lewis erklärt diese Erscheinung dadurch, daß das Platin das Aufschwellen des

Eisens

Eisens beim Erkalten verhindert, welches er durch neue Versuche zu bestätigen gesucht hat.

Ich will diese Erklärungen dahin gestellt seyn lassen, und glaube vielmehr, daß die Undichtigkeiten bei allem Eisen, besonders aber bei dem gegossenen, ein Hinderniß abgeben, das wahre specifische Gewicht mit Zuverläßigkeit auszumitteln, wie die oben (§. 24.) angeführten Versuche deutlich darthun. Wenn das Eisen aber mit einem Metall, wie mit dem Platin, zu dem es eine starke Anziehung hat, durch das Zusammenschmelzen innig verbunden wird, so werden alle Oeffnungen ausgefüllt, und das wahre specifische Gewicht des Eisens erscheint viel größer, als man geglaubt hat. In dieser Meinung werde ich vorzüglich durch den Umstand bestärkt, daß das Eisen 7 bis 8mal so schwer als Wasser seyn kann, und **Lewis** das specifische Gewicht desselben nur 7mal größer angenommen hat.

§. 135. Versuche über das Zusammenschmelzen des Eisens mit dem Platin.

Es sey mir jetzt erlaubt, auch meine eigenen später gemachten Erfahrungen über das Zusammenschmelzen, Auflösen und Niederschlagen dieser beiden strengflüssigen Metalle mitzutheilen.

1. Es wurden 50 Aß ohne alle Auswahl genommene Platinkörner und 50 Aß Roheisenbohrspäne, zusammen also 100 Aß, mit Leinöl zu einem Teig gemacht, und in einen mit Kohlenstaub ausgefütterten Tiegel gethan, welcher einer halbstündigen heftigen Hitze vor dem Gebläse unter einer Esse ausgesetzt ward. Nach dem Erkalten war das Gemisch zwar recht gut vereiniget, allein es bildete doch nicht eigentlich ein reines Korn, sondern ein zackiges, rundes, unebenes Frischstück mit einer schwarzen, glimmernden Oberfläche. Der Regulus wog 95 Aß, hatte also einen Gewichtsverlust von 5 Procent erlitten, der wegen der Unzerstörbarkeit des Platin

im

im Feuer, nur allein auf Rechnung des Eisens geschrieben werden kann; er ward übrigens ganz und gar vom Magnet gezogen, verhielt sich unter dem Hammer sehr spröde und zeigte sich inwendig undicht, obgleich kleinere Stücken doch halbgeschmeidig waren. Die Salpetersäure griff dieses Gemisch sehr heftig an, löste das Eisen mit einer gelblichbraunen Farbe auf, und bewirkte eine Scheidung vom Platin, welches mit schwarzer Farbe auf dem Boden lag. Um alles aufzulösen, setzte ich Salzsäure hinzu, wodurch der größte Theil des Rückstandes aufgelöst ward, und die Auflösung eine röthlichbraune Farbe, fast wie die reine Platinauflösung *) erhielt. Zu einem Theil dieser Auflösung wurde 8 bis 10mal so viel von einer Auflösung des Salmiak in reinem Wasser gesetzt, worauf sich die Flüssigkeit sogleich trübte, und das Platin mit einer halbgelben Farbe als ein schweres Pulver zu Boden fiel. Die Flüssigkeit war klar und gelb gefärbt; sie enthielt aufgelöstes Eisen, welches mit Blutlauge niedergeschlagen ward. — Das gänzlich unaufgelöst gebliebene schwarze Pulver war reißbleiartige Substanz, welche alles graue Eisen gewöhnlich zu enthalten pflegt.

2. Hundert Aß Bohrspan von grauem Roheisen und 25 Aß Platin auf eben die Art mit einem Zusatz von Leinöl und Kohlenstaub vor einem heftigen, eine halbe Stunde lang anhaltenden Gebläse geschmolzen, gaben einen ganz glatten kugelförmigen Regulus, der 111 Aß wog; also 11 Procent am Gewicht verloren hatte, welcher Gewichtsverlust ohne Zweifel durch das Roheisen entstanden war. Er war so hart, daß keine Feile darauf wirkte, und so schwer zersprengbar, daß er bei einem kräftigen Schlage mit einem schweren Hammer eine tiefe Grube in dem Ambos von Gußeisen machte, ehe er brach, da er dann einen hellgrauen feinkörnigen Bruch zeigte.

Durch-

*) Die reine Platinauflösung ist gelb und wird nur durch Palladium und Rhodium bräunlichroth gefärbt.

Durch Schleifen und Poliren bekam er eine weiße Farbe und Glanz. Scheidewasser wirkte sehr stark darauf und brachte eine schwarze rußigte Oberfläche hervor. Ein Theil ward in Königswasser aufgelöst, und gab eine etwas mehr rothe Auflösung, als No. 1., die sich aber übrigens ganz so, auch in Rücksicht des Niederschlags des Platins mit Salmiakwasser und des Verhaltens mit einer Auflösung des Queckſilbers in Salpetersäure (§. 136, 1, b.), verhielt.

Schmelzversuche haben gezeigt, daß sich gleiche Theile Platin und Eisen, wegen der außerordentlichen Strengflüssigkeit des Platin, nur sehr schwer zu einem gleichförmigen Gemisch verbinden, und daß das etwas leichtflüssigere Eisen in größerer Quantität vorhanden seyn muß, um das Platin aufzulösen Beim Golde bemerkten wir die umgekehrte Erscheinung, weil es, als ein leichtflüssigeres Metall, das Eisen auflösen mußte.

§. 136. Versuche über die Scheidung des Eisens vom Platin auf dem nassen Wege.

Viele Versuche mehrerer Chemiker haben gezeigt, daß es, außer dem Königswasser, kein vollkommenes Auflösungsmittel für das Platin giebt. Jedes Königswasser, es sey durch das bloße Vermengen, oder durch das Destilliren der Salpetersäure mit Kochsalz, Salmiak oder Salzsäure entstanden, greift das Platin an; die stärkste Wirkung scheint aber das durch das Zusammengießen von gleichen Theilen Scheidewasser und Salzsäure bereitete Königswasser in der Siedhitze zu äußern, indem die Auflösung zuerst eine gelbe und alsdann eine rothe Granatfarbe erhält. — Die Platinkörner, welche ich zu meinen Versuchen anwendete, waren ohne alle Auswahl genommen, indem sie noch viele Eisenkörner und Sand enthielten, der theils aus schwarzen, theils aus weißen durchsichtigen Körnchen bestand. Ein Theil dieser

dieſer Sand- und Eiſenerzkörnchen und einige feine, glänzende, reißbleiartige Schuppen blieben beim Auflöſen zurück. Der ganze Rückſtand ward mit Borax vor dem Blaſerohr geſchmolzen, und gab ein ſmaragdgrünes oder türkisartiges, hochgrünes, halbdurchſichtiges Glas. Dieſe vortreffliche ſeltene Farbe kann eben ſo wenig vom Platin, welches weder ſchmelzt, noch ſich verglaſet, als vom Kupfer entſtanden ſeyn, ſondern muß entweder dem Eiſen, oder dem gefärbten Sande, oder den Erzkörnchen, welche vom Magnet angezogen wurden, ſeine Entſtehung zu verdanken gehabt haben *).

1. Die Auflöſungen des Eiſens in Königswaſſer, in Scheidewaſſer, in Schwefelſäure, in Salzſäure, in Weinſteinſäure, in Arſenikſäure und in Flußſäure brachten mit der Platinauflöſung nicht die geringſte Trübung hervor. Nur durch die Auflöſung des Eiſens in Eſſig ward die Platinauflöſung etwas getrübt und gelblich gefärbt, ohne jedoch einen wirklichen Niederſchlag zu bewirken. Auch die Auflöſungen des Goldes und Spiesglanzes in Königswaſſer, des Kupfers, Bleies, Kobalts, Zinks, Nickels und Arſeniks in Salpeterſäure und des Mangan in Salzſäure gaben mit der Platinauflöſung nicht den geringſten Niederſchlag, ſondern das Platin blieb vollkommen aufgelöſt. Mit andern Metallauflöſungen bemerkte ich folgendes Verhalten.

a. Mit einer Auflöſung des Silbers in Salpeterſäure entſtand eine ſchnelle Trübung, indem ſich das Platin mit einer gelben und das Silber mit einer weißen Farbe niederſchlug.

b. Durch eine Auflöſung des Queckſilbers in Salpeterſäure ward das Platin **) mit einer hellgelben Farbe nie-

*) Nach den Erfahrungen neuerer Chemiker bleiben das Iridium und Osmium (Th. I. S. 156.) bei der Auflöſung der rohen Platinkörner in Königswaſſer unaufgelöſt zurück, und dieſe beiden Metalle haben auch ohne Zweifel hier die Färbung des Borax bewirkt.

**) Und das Palladium.

niedergeschlagen. Aus der darüberstehenden klaren und ungefärbten Flüssigkeit schlug die Blutlauge das Quecksilber als einen weißen Kalk, und das Eisen mit blauer Farbe nieder, so daß diese beiden Metalle dadurch zugleich von einander geschieden wurden.

c. Eine Zinnauflösung in Königswasser, durch die Auflösung von Salmiak in Salpetersäure bereitet, schlug das Platin mit einer hellgelben, etwas röthlichen Farbe nieder. Wahrscheinlich ist die Entstehung dieses Niederschlages nicht dem Zinn, sondern dem im Uebermaaß im Königswasser befindlich gewesenen Salmiak zuzuschreiben *).

d. Eine Wismuthauflösung brachte zwar keinen Niederschlag hervor, allein durch einen Zusatz von Wasser schlug sich das Wismuth als ein weißer Kalk nieder, der das Platin mit sich nahm.

Ich habe diese Versuche deshalb hier mitgetheilt, weil sie etwas von Marggraf's Erfahrungen abweichen, und weil ich sehen wollte, ob man das Platin vom Eisen auf dem nassen Wege durch Niederschlagen mit anderen aufgelösten Metallen scheiden könne.

2. Bei der Untersuchung der Frage: ob Platin aus seiner Auflösung durch andere Metalle niedergeschlagen werden kann? sey es mir erlaubt, mich auf die äußerst mühsamen und genauen Versuche von Marggraf und Lewis beziehen zu dürfen, aus denen hervorgeht, daß sich das Platin nicht völlig rein metallisch niederschlagen läßt. Durch blankes Eisen wird es zwar als ein schwarzbraunes Pulver gefällt, allein es ist mit Eisen so sehr vermengt, daß sich auf diesem Wege keine vollkommene Scheidung beider Metalle erwarten läßt.

3. Die eben genannten Chemiker haben das Verhalten der Platinauflösung mit verschiedenen Salzen, auf

*) Das Rhodium, welches sich in den rohen Platinkörnern befindet, hat die Eigenschaft mit den Säuren rosenfarbene Verbindungen zu geben.

auf dem trocknen und naſſen Wege ebenfalls genau unterſucht; ich hebe hier nur das merkwürdige Verhalten mit dem Salmiak aus:

a. Der Zuſatz einer völlig geſättigten Auflöſung des reinen Salmiak im Waſſer zur Platinauflöſung bewirkte augenblicklich eine Trübung und eine hellrothe Ziegelfarbe. Ein ſtärkerer Zuſatz von der Salmiakauflöſung gab einen ſtarken fleiſchfarbenen Platinniederſchlag. Die oben ſtehende Flüſſigkeit war citronengelb, und gab mit Blutlauge ein ſchönes Berlinerblau, welches den ſtarken Eiſengehalt des Platin beweiſt. Der röthliche Niederſchlag ward mit heißem Waſſer übergoſſen, um die Salztheile wegzubringen, allein das Waſſer behielt, obgleich das Ausſüßen dreimal wiederholt ward, immer die citrongelbe Farbe, ohne einen Salzgeſchmack zu beſitzen, oder einen merklichen blauen Niederſchlag mit Blutlauge zu geben. Der Niederſchlag verminderte ſich beim jedesmaligen Ausſüßen, behielt aber ſeine hellrothe Farbe. Auf der Oberfläche des Ausſüßwaſſers ſetzte ſich in der Folge ein cinoberrothes Pulver ab, welches vorher in der über dem Platinniederſchlag ſtehenden Flüßigkeit ſchwamm und aus kleinen Kryſtallen beſtand, die ſich zuerſt auf der Oberfläche des Waſſers bildeten und dann nach und nach niederſanken *). Ein genaueres Detail giebt Bergman in den Abh. d. Akad. f. 1777, woraus hervorgeht, daß dieſer Niederſchlag ein ſchwer auflösliches platinhaltiges Salz iſt, welches durch Schmelzen mit Harnſalz vor dem Blaſerohre wieder metalliſch wird. In jener Abhandlung iſt aber auch dargethan, daß ſich das Eiſen durch dieſe Methode vollkommen vom Platin abſcheiden läßt, indem es durch den Salmiak nicht niedergeſchlagen wird, ſondern durch Blutlauge aus der Flüſſigkeit für ſich allein gefället werden kann.

b Berg-

*) Der Niederſchlag ſowohl, als die Flüſſigkeit enthielten, außer dem Platin, noch Rhodium und Palladium.

b. Bergman hat ferner gezeigt, daß die Blutlauge das Platin aus der Auflösung in Königswasser eben so wenig, als das Gold, niederschlägt, sondern daß das Eisen allein als reines Berlinerblau niederfällt, so daß man dies Mittel zur Abscheidung des Eisens anwenden, und die Quantität desselben sodann nach der von Bergman in der Abhandlung über das Probiren der Eisenerze auf dem nassen Wege, und weiter unten (§. 225.) von mir angegebenen Methode, bestimmen kann.

Salmiak und Blutlauge scheinen daher ein Paar vollkommen zureichende Mittel zu seyn, die Verbindung des Platin mit dem Eisen, sie sey natürlich oder künstlich durch das Zusammenschmelzen beider Metalle hervorgebracht, zu trennen. Um aber das Eisen, welches zufällig mit den Platinkörnern verbunden, oder auf der Oberfläche derselben befindlich ist, abzuscheiden, darf man nur zuerst den Sand und die übrigen fremdartigen Substanzen wegschaffen, die Körner stark glühen und dann mit Salzsäure digeriren, welche den Eisenkalk auflöst und das Platin unaufgelöst zurückläßt.

§. 137. Von der Scheidung des Eisens vom Platin auf dem trockenen Wege.

Wegen der Unverbrennlichkeit des Platin und seiner Eigenschaft, die es mit dem Golde gemein hat, in der Schmelzhitze weder von den Salzen, noch vom Schwefel (die das Eisen und die übrigen unedlen Metalle, nach Scheffer, Lewis, Marggraf und anderen Chemikern, völlig zerstören) angegriffen zu werden, sollte man vermuthen, daß man sich zur Abscheidung des Platin vom Eisen auf dem trockenen Wege, durch Cementiren und Schmelzen, derselben Mittel bedienen könnte, die beim Golde vorgeschlagen und in Ausübung gebracht worden sind. Weil das Platin aber nicht so, wie das Gold, in der stärksten Hitze, welche man nur durch den Luftzug, oder durch Gebläse, hervorzubringen im Stande ist,

geschmolzen und flüssig erhalten werden kann, so läßt sich jene Scheidungsmethode auch beim Platin nicht anwenden.

Durch das bekannte Gießen mit Spiesglanz müßte man aber anscheinend das Platin eben so wohl, als das Gold, vom Eisen trennen können, ohne anderer sicherer Mittel weiter zu bedürfen. Wirklich verbindet sich das Platin auch sehr leicht mit dem reguliniſchen Spiesglanz und bleibt mit demselben flüssig; wenn das Spiesglanz aber durch das Verblasen wieder abgetrieben wird, erstarrt das Platin in der größten Hitze, ehe das Spiesglanz noch vollkommen verdampft ist, so daß man das Platin auf diesem Wege nicht rein erhalten kann.

Der Schwefel verschlackt das Eisen zwar, ohne das Platin anzugreifen; weil sich das Gemenge aber nicht zum flüssigen Schmelzen bringen läßt, so verfliegt der flüchtige Schwefel und läßt noch immer etwas Eisen zurück. Durch recht feine Zertheilung des Gemenges und durch einen wiederholten Zusatz von Schwefel sollte man doch wohl zuletzt zum Zweck kommen, worüber es noch an vollständigen Erfahrungen fehlt. — Auch durch Calciniren oder Schmelzen mit Salpeter wird das Eisen zerstört; weil der Salpeter aber zum Theil das Platin selbst angreift, so ist dies Mittel ebenfalls unanwendbar.

Borax, mikrokosmisches Salz, Kochsalz und Glasgalle greifen das Platin in der Schmelzhitze keinesweges an; durch ein Gemenge von jenen Salzen wird das Eisen hingegen zerstört, und deshalb scheint es von Nutzen zu seyn. Diese Scheidungsmethode ist aber unzuverlässig, weil alle jene Salze, das Kochsalz ausgenommen, bei einer starken Schmelzhitze die Tiegel durchbohren, und das Kochsalz allein die Zerstörung des Eisens nicht bewirken kann. — Ich schmolz zwei Theile Glasgalle und 1 Borax mit $\frac{1}{4}$ eines vorher in Fluß gebrachten

Gemisches aus 45 Eisen und 50 Platin. Der hessische Tiegel blieb ½ Stunde lang in der stärksten Windofenhitze stehen, bis er weich zu werden und der Salzfluß durch den Boden zu dringen anfing. Der zurückgebliebene Fluß war noch so flüssig, daß er sich ausgießen ließ; er hatte theils eine schwarze, theils eine weiße Farbe, und das Metallgemenge lag als eine schwarze verworrene Masse, die vom Magnet nicht angezogen ward, auf dem Boden. Die Masse ward zerschlagen und in einem neuen Tiegel bloß mit Borax in einer eben so starken Hitze geschmolzen, wodurch ich ein pechschwarzes Glas erhielt, in welchem das Platin als ein ganz blankes, reines und feines Korn eingehüllt lag, welches sich von der zerpulverten Schlacke durch Waschen vollkommen trennen ließ. Einige von den kleinsten Körnern wurden vom Magnet noch gezogen, die größern aber gar nicht.

Durch oft wiederholtes Subliminen mit Salmiak sollte man das Eisen nach und nach auch wohl abscheiden können; diese Scheidungsmethode ist indeß noch nicht geprüft, und es lassen sich dabei manche Unvollkommenheiten erwarten. — Auch das Blei läßt sich zur Reinigung des Platin nicht so, als beim Gold und Silber, anwenden, denn obgleich sich beide Metalle recht gut mit einander verbinden, so erstarrt das Platin doch in der stärksten Hitze zu einer spröden ungleichförmigen Masse, ehe das Blei auf der Capelle vollkommen abgeschieden werden kann. Das Gold läßt sich zwar durch Verschlacken und Abtreiben mit Blei weit vollkommner vom Eisen trennen; allein völlig rein wird es auf diesem Wege doch nicht, denn der Schabespan von dem auf diese Art erhaltenen Goldkorn wird nach meinen Versuchen, die durch andere Metallurgen bestätiget worden sind, noch vom Magnet gezogen. — Ob das weiße Arsenik, welches die Platinkörner beim Schmelzen zusammensintert, ohne sie anzugreifen, das Eisen völlig zu verschlacken und das Platin rein zurück zu lassen vermag,

mag, ist noch nicht gehörig untersucht. Wenn aber die Zerstörung des Eisens auf diesem Wege auch vollkommen gelingen sollte, so ist doch mit Recht zu befürchten, daß das Arsenik noch mit größerer Schwierigkeit vom Platin, welches dadurch ganz spröde und undicht wird, getrennt werden wird *).

Es ist unnöthig, diesen Gegenstand noch weiter zu verfolgen, weil das Niederschlagen mit Salmiak (§. 136, 3, a.) ein leichtes und sicheres Mittel gewährt, das Platin vom Eisen zu befreien und es in der höchsten Reinheit darzustellen. Ob kleine Quantitäten Eisen vom Platin, durch Hülfe des Blaserohrs nach der von Bergman (in seiner Abhandlung vom Blaserohr) angegebenen Art, getrennt werden können, muß noch erst durch Versuche entschieden werden. Nach den kürzlich von Hjelm angestellten Versuchen läßt sich das Platin vor der Lichtflamme, durch Hülfe reiner dephlogistisirter, in einer (mit dem Blaserohr in Verbindung gesetzten) Blase gesammelter Luft, in Fluß bringen. Weil das Eisen dadurch verschlackt wird, so sollte es sich wohl, wenigstens zum Theil, vom Platin trennen lassen. Es würde nachher leicht seyn, eine Methode auszumitteln, die Scheidung auf diese Art mehr im Großen und mit größerer Bequemlichkeit zu bewerkstelligen. Wegen der Seltenheit des Platin hat man sich von diesem Metall keinen großen Nutzen für die Künste und Handwerke zu versprechen. Die Eigenschaft desselben, dem Eisen Härte und Zähigkeit zu ertheilen, so daß es keiner Stahlhärtung weiter bedarf, würde eine Verbindung von beiden Metallen zur Anwendung bei den feinsten Arbeiten, z. B. zur Anfertigung der Ziehscheiben für die feinsten lionischen Dräthe, geschickt machen, indem diese Scheiben im

*) Wirklich hat man aber auf diese Weise das Platin im Großen nicht allein ziemlich vom Eisen gereinigt, sondern auch dehnbar und geschmeidig gemacht, indem das durch Glühen leicht zu vertreibende weiße Arsenik, das sonst so schwer zu bearbeitende Platin völlig geschmeidig zurückläßt.

im höchsten Grade fest, dicht und hart, aber auch zugleich in einem gewissen Grade halbgeschmeidig seyn müssen, um den Einwirkungen des Hammers und Bohrers nachzugeben. Ein Gemisch aus 3 Theilen Eisen und 1 Platin erfüllt diesen Zweck vorzüglich, obgleich ich wohl weiß, daß die französischen Ziehscheiben für Golddrath nicht aus einer solchen Masse bestehen. Der Mangel an Platin hat die Anstellung dieser Versuche bis jetzt verhindert.

§. 138. Vom Zusammenschmelzen des Eisens mit Silber.

Die Metallurgen haben das Verhalten des Silbers mit dem Eisen wenig untersucht. Beide Metalle kommen aber zuweilen in der Natur *) oder durch Zufall mit einander verbunden vor, und deshalb ist die Kenntniß ihres Verhaltens mit einander und eines sicheren Verfahrens, sie von einander zu scheiden, sehr nützlich. Zuweilen bedient man sich auch wohl des Silbers, um saubere Eisenarbeiten damit zu verzieren, und in anderen Fällen wendet man Eisen an, um das Silber von Schwefel und von Salzen zu reinigen.

1. Es wurden 58 Pfund Blicksilber und 20 Pfund reine Eisenfeilspäne mit 2 Ct. schwarzem Fluß und ½ Ct. reinem Glas geschmolzen. Der Boden des Tiegels ward mit gebranntem Borax abgerieben, zuerst das Eisen eingetragen, und etwas Fluß mit einem kleinen Zusatz von Kohlenstaub darüber ausgebreitet, darauf das zu dünnen Blechen geschlagene Silber hineingelegt und der Rest des Flusses darüber ausgebreitet, alsdann aber das Ganze mit abgeknistertem Kochsalz bedeckt, und der gut verklebte Tiegel nach erfolgtem Anglühen 20 Minuten

*) Ein Beispiel von silberhaltigen Eisenerzen geben die Erze am Gaisberge bei Friesach, welche auch ein silberhaltiges Roheisen liefern. Vormals sollen auch auf den Eisenwerken im Lavantthale silberhaltige Eisenerze verschmolzen worden seyn.

ten lang vor dem Gebläse erhalten. Nach dem Erkalten und Zerschlagen fand ich die zusammengeschmolzenen Metalle unter einem grünen Glase, als ein reines silberweißes Korn, welches 66 Pfund wog. Weil beide Metalle vorher 78 Pfund gewogen hatten, so war ein Gewichtsverlust von 12 Pfund entstanden, der auf Rechnung des Eisens zu schreiben ist, wenn man nicht aus der grünen Farbe des Glases und des darüber liegenden Salzes auf einen Kupfergehalt des Blicksilbers schließen will. Bringt man den dadurch bewirkten Gewichtsverlust aber auch höchstens mit 2 Pfund in Anschlag, so würde das Metallgemisch doch noch aus 56 Theilen Silber und 10 Theilen Eisen bestehen, und diese Annahme stimmt am genauesten mit den Resultaten der nachher angestellten Versuche überein. Das Metallkorn hatte folgende Eigenschaften:

a. Die Farbe war weiß, wie die des feinsten Silbers, und das Eisen völlig und gleichförmig in demselben aufgelöst.

b. Gegen Hammer und Feile verhielt es sich weich, wie 13löthiges Silber, ließ sich auch ohne Glühen zu einem dünnen Blech ausrecken, wobei es weder Kantenbrüche erhielt, noch dem äußeren Ansehen nach vom reinen Silber unterschieden werden konnte, nur schien es elastischer zu seyn, etwa wie kalt gehämmerter Stahl.

c. In der Hitze, bei welcher das Eisen gewöhnlich mit Farben anläuft, war kein Anlaufen zu bemerken, welches beim eisenhaltigen Gold aber der Fall ist.

d. Durch das Glühen im Tiegel in einer stärkeren Hitze zeigte sich keine Spur von Glühspan, sondern das Korn erhielt sich eben so, als reines Silber, indem es seine weiße Farbe behielt, und durch das Glühen weicher ward.

e. Der Magnet zog nicht allein die gröberen Späne eben so schnell, als reines Eisen, sondern auch das ganze $\frac{1}{8}$ Loth schwere Stück.

f. Als es ein Jahr lang an einem feuchten Orte gelegen hatte, waren mehrere Rostflecken, vermuthlich durch die zurückgebliebenen salzigen Theile des Flusses, entstanden.

g. Vom gefällten Scheidewasser ward es sogleich angegriffen, und die hineingelegten kleinen Bleche waren in wenigen Minuten, ohne alle Erwärmung, theils zu dünnen, glänzenden, strahligen Schuppen, theils zu einem schwarzen Pulver zerfressen, und die Auflösung hatte eine hellblaue Farbe. Bei einer gelinden Wärme löste sich alles, unter Entstehung von braunen Dämpfen, auf, die Auflösung war ungefärbt, und der schwarze unaufgelöste Rückstand auf dem Boden des Gefäßes bestand aus Gold. Die klare mit Wasser verdünnte Auflösung ward durch einen Zusatz von Blutlauge sogleich blau, indem sich das Eisen als Berlinerblau, das Silber aber mit einer weißen Farbe niederschlug. Aus dieser Auflösung ward hernach alles Silber auf einem reinen Kupferblech im Wasser niedergeschlagen.

h. Salzsäure brachte auf die hineingelegten Silberbleche keine andere Wirkung hervor, als daß sie etwas weißer wurden. Als aber etwas Salpetersäure zugesetzt ward, zeigten sich sogleich kleine Bläschen; die Bleche wurden zuerst blanker und weißer, dann aber sehr bald ganz schwarz, und die Auflösung erhielt durch das Eisen eine hochgelbe Farbe. Durch das Aufkochen blieben die Bleche noch schwarz, allein ein Theil des Silbers lag zugleich als ein weißer Kalk mit auf dem Boden, so daß also durch Königswasser keine Scheidung bewerkstelliget werden konnte.

Weil ein Gemisch aus feinem Silber und Eisen vollkommen geschmeidig bleibt, und das Silber dadurch keine besonders nachtheilige Härte erhält, so läßt es sich zu gewissen Arbeiten, vorzüglich zu Obstmesserklingen, die man gewöhnlich aus reinem Silber macht, ferner zu Schnallen, Messerheften, Ringen u. s. f. sehr gut anwen-

anwenden, weil das Eisen die Farbe des Silbers nicht so wie das Kupfer unansehnlicher macht, sondern dieselbe vielmehr hebt. Auch läßt sich dies Gemisch auf die gewöhnliche Art mit Weinstein und Kochsalz sieden, wodurch es eine weißere Farbe und auf der Oberfläche eine reine Silberhaut erhält; außerdem setzt dieses Gemisch weder Grünspan an, noch verbreitet es einen schlechten Geruch.

2. Von dem allerfeinsten Brandsilber wurden 24 Pfund, in Gestalt kleiner Bleche, mit eben so viel Bohrspan von grauem Roheisen, zusammen also 48 Pfund, mit Leinöl angefeuchtet und mit etwas Kohlenstaub, ohne allen Fluß, in einem mit Gestübbe ausgeschlagenen Tiegel, 25 Minuten lang vor dem Gebläse erhitzt. Der erhaltene Regulus wog 42, hatte also einen Gewichtsverlust von 6 erlitten, der nur allein vom Eisen herrühren konnte, so daß das Gemisch aus 18 Eisen und 24 Silber, also aus einem Verhältniß des Eisens zum Silber, wie 3 zu 4 bestand. Vor der Form war der Regulus länglicht, und man konnte deutlich bemerken, daß sich das Silber in der Mitte als ein Band gelagert hatte, und mit dem Eisen, welches sich auf beiden Seiten in völliger Reinheit zeigte, nur stark zusammengelöthet war.

a. Das Silber war ganz weiß, blank und weich, aber doch zugleich vom Eisen so durchdrungen, daß kleine Späne vom Magnet angezogen wurden.

b. Mit Salpetersäure gab es eine bläulich gefärbte, und mit gefälltem Scheidewasser in der Kälte eine farbenlose Auflösung.

c. Blutlauge schlug das Silber zuerst mit einer gelben Farbe nieder; durch einen stärkeren Zusatz von Lauge verwandelte sich die gelbe in eine mineralgrüne Farbe, und nach dem Aussüßen und Trocknen ward der Niederschlag blau, welches auf die Anwesenheit beider Metalle hindeutet. Aus der gelbgefärbten Auflösung

ließ

ließ sich das Silber, wie gewöhnlich, durch Kupfer ganz rein niederschlagen.

d. Das Eisenkorn bestand aus reinem grauem Roheisen, welches einen ganz reinen Bruch hatte, und sich gegen Feile und Hammer sehr weich verhielt. In Scheidewasser löste es sich mit der gewöhnlichen gelblichbraunen Farbe auf, und durch einen Zusatz von Salzsäure ließ sich nicht der geringste weiße Niederschlag, oder eine Anzeige von beigemischtem Silber bemerken, welches sonst nothwendig als Hornsilber hätte zum Vorschein kommen müssen. In der Auflösung hatte sich ein feines schwarzes Pulver niedergeschlagen, welches sich bei genauer Untersuchung als eine reißbleiartige Substanz, oder als der gewöhnliche Rückstand des grauen Roheisens zu erkennen gab.

Es geht aus diesen Versuchen hervor, daß 5 oder mehr Theile Silber 1 Theil Eisen auflösen können, daß das Silber aber nicht im Stande ist, $\frac{1}{3}$ Eisen beim Schmelzen aufzunehmen. Hiernach mögte in der Natur wohl kein silberhaltiges Eisen vorkommen, wenigstens habe ich bei meinen Versuchen nie dergleichen gefunden *).

3. Um zu sehen, ob Silber, Kupfer und Eisen nicht eine brauchbare Mischung geben, ließ ich gleiche Theile gepulverten Stahl, feines Silber und Kupfer mit einem Fluß aus Borax, schwarzem Fluß und Glas durch ein 10 Minuten lang anhaltendes Gebläse zusammenschmelzen. Ich erhielt einen verworrenen und etwas ungleichartigen Regulus, der ganz und gar vom Magnet gezo-

*) Auch Gellert behauptet (metallurg. Chemie), daß Eisen und Silber sich leicht mit einander verbinden. Wenn man diese Mischung aber nach Guyton (Ann. de Chimie XLIII. 47.) lange im Fluß hält, so trennen sich beide Metalle nach ihrem specifischen Gewicht, und bilden zwei ausgezeichnet verschiedene Metallkönige, von denen der untere aus eisenhaltigem Silber und der obere aus silberhaltigem Eisen besteht. Nach Coulomb kann das Silber etwa $\frac{1}{7}$ Eisen enthalten, und Guyton hat gezeigt, daß das Eisen [illegible] Silber zurückhält, wodurch es eine außerordentliche Härte und die Struktur des reinsten Eisens bekommt.

gezogen ward, und etwas weißer als 8löthiges Silber aussah, aber kaum halbgeschmeidig zu nennen war, weil er schon durch einiges Hämmern zersprang. Es geht daraus hervor, daß das Kupfer die Verbindung des Eisens mit dem Silber zwar befördert, daß die Quantität des Eisens aber noch zu groß und die Hitze nicht stark genug war, um ein ganz gleichartiges Gemisch zu bewirken.

§. 139. Von der Scheidung des Silbers vom Eisen.

Die eben erwähnten Erfahrungen zeigen, daß wenig Eisen zwar in vielem Silber aufgelöst seyn kann, daß das Eisen aber nur dann beim Schmelzen Silber aufnimmt, wenn es wenigstens die Hälfte oder noch mehr in der Mischung ausmacht, und daß daher wenig Fälle vorkommen, das Silber aus dem Eisen zu scheiden. Weil der Natur aber kräftigere Mittel, als ein bloßes Zusammenschmelzen, zu Gebot stehen, beide Metalle bei Hervorbringung der Erze mit einander zu verbinden, so ist es nothwendig, die Mittel zur Scheidung derselben zu kennen. Die gewöhnlichsten sind folgende:

1. Man verkalkt das Eisen durch Vitriolsäure, dunstet die Säure ab, und kalcinirt den Eisenkalk zu einem rothen Crocus, der alsdann bei einer starken Probirofenhitze mit 12mal so viel Blei auf die gewöhnliche Art in einem Scherben verschlackt und der Regulus auf der Capelle abgetrieben wird.

2. Ein geringer Silbergehalt in vielem Eisen zeigt sich sogleich, wenn man das Eisen völlig in Salzsäure oder in Königswasser auflöst, indem das Silber als ein feines weißes Pulver (Hornsilber) auf dem Boden des Kolbens liegen bleibt.

3. Dies ist auch der Fall, wenn das Gemisch in reinem gefälltem Scheidewasser aufgelöst, und zu der Auflösung etwas Salzsäure, oder eine Auflösung des Kochsalzes

salzes in Wasser getröpfelt wird. Der geringste Silbergehalt giebt sich durch eine milchige Trübung und durch einen käsigen Niederschlag (2) zu erkennen.

4. Ein geringer Eisengehalt ist weder der Geschmeidigkeit noch der Farbe des Silbers im geringsten nachtheilig (§. 138, 1.), er giebt sich aber sogleich durch den Magnet, zu erkennen, welcher den Span von solchem Silber anzieht. Zuverlässiger überzeugt man sich aber von der Anwesenheit des Eisens, wenn man das Silber in reiner Salpetersäure, oder in gefälltem Scheidewasser auflöst, etwas von dieser Auflösung mit Wasser verdünnt und Blutlauge zutröpfelt. Das Eisen fällt sogleich mit einer blauen Farbe und das Silber als ein weißer Kalk nieder, der sich aber durch Zusatz von mehr Blutlauge wieder auflöst *).

5. Am sichersten und mit dem geringsten Abgang wird die Scheidung beider Metalle auf dem nassen Wege dadurch bewirkt, daß man das Gemisch in Scheidewasser auflöst, die Auflösung stark mit reinem Wasser verdünnt und sie in ein reines kupfernes oder in ein Porzelangefäß gießt, worin blanke Kupferbleche gelegt sind. Das Silber schlägt sich auf dem Kupfer sogleich als ein graues, glänzendes metallisches Pulver nieder, welches dann mehreremale mit kochendem Wasser ausgesüßt, getrocknet, mit viermal so viel Pottasche gemengt und in einem inwendig mit Seife ausgeriebenen Tiegel geschmolzen werden muß. Das Eisen bleibt in der Auflösung zurück. Bewirkt man den Niederschlag durch Kochsalz, so erhält man das Silber zwar im Zustande der höchsten Reinheit, allein das Schmelzen des Hornsilbers erfordert dann eine sehr große Sorgfalt, wie aus Cramers Probirkunst, vorzüglich aus Marggrafs chemischen Schriften und aus dem weiter unten (11) anzuführenden Verfah-

*) Das aus einer gesättigten Silberauflösung durch Blutlauge niedergeschlagene weiße blausaure Silber wird durch den Zusatz von mehr Blutlauge nicht wieder aufgelöst.

fahren bei der Reduktion des Hornsilbers durch Eisenkrokus hervorgeht.

6. Hat man sehr viel eisenhaltiges Silber (welches bei Feuersbrünsten entstanden seyn kann, und auch bei den Krätzen der Goldschmiede vorkommt) auf dem trocknen Wege zu gut zu machen, so verfährt man am sichersten, wenn man das Silber mit 2 oder 4mal so viel Glätte und mit gleichen Theilen trockner Pottasche in einem Windofen schmelzt und das schmelzende Gut mit eisernen Stäben umrührt. Der Bleikalk wird dadurch sehr bald reducirt, und das Blei, welches sich mit dem Eisen nicht verbindet, nimmt alles Silber auf; welches nachher auf dem Test abgetrieben wird. In den Münzen bedient man sich gewöhnlich der Schwefelleber, mit einem Zusatz von Eisen, um das Eisen vom Silber zu scheiden. Hjelm hat diesen Schmelzproceß im Großen eingeführt, und das Silber dadurch noch reiner als 15löthig erhalten.

7. Enthält das Silber nur wenig Eisen, so läßt sich die Scheidung dadurch bewirken, daß man das Silber granulirt, oder zu dünnen Blechen ausreckt, es in einen geräumigen mit etwas Borax ausgetriebenen hessischen Tiegel bringt und reichlich mit einem Fluß aus gleichen Theilen Salpeter, Pottasche und reinem Glaspulver bedeckt. Der Tiegel wird dann zugedeckt, langsam erwärmt und vorsichtig glühend gemacht, damit keine Kohle hineinfallen und der Fluß nicht überlaufen kann. Wenn sich alles im ruhigen Zustande befindet, wird die Hitze verstärkt, um das Silber zu einem so gleichförmigen Fluß zu bringen, daß es sich ausgießen läßt. Sollte es noch nicht ganz rein und eisenfrei seyn, so muß der Proceß wiederholt werden. Der Tiegel muß sehr dauerhaft seyn und zur Sicherheit in einem größeren stehen.

8. In

8. In kleinen Quantitäten scheidet man das Eisen vom Silber durch ein- oder mehrmaliges Schmelzen des Silbers mit Borax, wodurch sich das Eisen verschlackt.

9. Das Silber kann aus der Auflösung in Salpetersäure, die mit Wasser gehörig verdünnt worden ist, auch durch hineingestelltes reines Eisen niedergeschlagen werden. Weil sich das Eisen dabei aber zugleich mit auflöst, und sich mit dem Silberkalk auf die Oberfläche der Flüssigkeit begiebt, wo es sich in Rost verwandelt, der sich vom Silber nicht leicht wegwaschen läßt, so ist die Methode des Niederschlagens durch Kupfer oder Salzsäure weit zuverlässiger. Bergman zeigt indeß in seiner Abhandlung von der ungleichen Menge des Phlogiston in den Metallen, daß nicht alles Eisen zum Niederschlagen des Silbers geeignet ist (§. 224) *).

10. Es ist sehr wahrscheinlich, daß das Silber aus seiner Auflösung auch durch Auflösungen des Eisens in andern Säuren, als in Königswasser und Salzsäure, niedergeschlagen wird, welches indeß noch nicht genau untersucht ist. Im letzten Fall verbindet sich das Silber aber eben so mit der Salzsäure, als wenn gar kein Eisen vorhanden wäre, oder als wenn man der Auflösung Kochsalz zugesetzt hätte, und fällt als Hornsilber zu Boden, wobei das Eisen, in Salpetersäure aufgelöst, in der Flüssigkeit zurückbleibt.

11. Bei der Reduktion des Silbers aus dem Hornsilber auf dem trocknen Wege, welche sonst immer mit einem großen Abgang verbunden ist, leistet das Eisen einen

*) Es muß zur Fällung das allerreinste Stabeisen angewendet und der Zutritt der Luft möglichst vermieden werden, weil im letzten Fall zu viel Silber als Oxyd (oder vielmehr als Hydrath) niedergeschlagen werden würde. Dies ist auch der Fall bei der Anwendung des grellen oder weißen, bei zu wenig Kohlen erblasenen Roheisens, indem der metallische Silberniederschlag, außer mit Silberoxyd, auch noch mit Eisenoxyd aus dem Roheisen verunreinigt werden würde. — Der Niederschlag mit Kupfer ist niemals rein, sondern immer durch Kupferoxyd verunreinigt, welches durch Ammonium weggeschafft werden muß.

einen sehr wichtigen Dienst. Marggraf hat zwar eine sehr sichere und ohne allen Silberverlust zu bewerkstelligende Reduktionsmethode des Hornsilbers angegeben, weil diese aber sehr weitläuftig und kostbar ist, so will ich hier eine andere mittheilen, wobei die Anwendung des Eisens in einem sehr vortheilhaften Lichte erscheinen wird *). Das Silber wird in gefälltem Scheidewasser aufgelöst und durch Kochsalz als Hornsilber niedergeschlagen, welches mit heißem Wasser ausgesüßt, getrocknet und mit eben so viel rothem Eisenkrokus, der durch Kalcination des Roheisens entstanden ist, vermengt wird. Das Gemenge wird in einen neuen Tiegel gethan, dem man vorher inwendig eine Glashaut geben muß, welche vor dem Erstarren so stark als möglich mit Eisenkrokus angepudert wird. Der Tiegel wird dann vor dem Gebläse vorsichtig abgewärmt, zuletzt bis zum Glühen erhitzt, mit dem Gemenge angefüllt, einige Zeit stark erhitzt, und zuletzt ein Fluß aus gleichen Theilen Borax und bleifreiem Glas, dem Gewicht nach eben so viel als das Gemenge beträgt, zugesetzt, worauf man wieder einige Minuten lang blasen läßt, um alles in einen reinen Fluß zu bringen. Nach dem Erkalten und Zerschlagen des Tiegels wird man das Silber ganz rein und blank unter dem olivenfarbenen Glase als einen kugelförmigen Regulus finden, welcher indeß bei dem von mir angestellten Versuch noch eine weiße Rinde von noch nicht reducirtem Hornsilber hatte, indem entweder zu wenig Eisenkalk vorhanden gewesen war, um alle Salzsäure aufzunehmen, oder der Fluß zu früh zugesetzt worden seyn mußte, ehe sich die Säure vollkommen vom Silber abscheiden konn-

*) Nach Mayer und Bucholz gelingt die Wiederherstellung des Silbers aus dem Hornsilber am besten durch Schwefelleber. Man läßt diese in glühenden Fluß übergehen und setzt das völlig trockne Hornsilber nach und nach behutsam zu, verstärkt dann das Feuer bis zum Zusammenfließen, worauf man das Silber nach dem Erkalten des Tiegels unter dem entstandenen geschmolzenen salzsauren Kali findet.

konnte, welches man ganz vorzüglich berücksichtigen muß, wenn der Proceß gelingen soll. Es wurden daher alle Schlacken abermals mit einem Zusatz von mehr Krokus geschmolzen, wobei sich alles Silber völlig reducirte, ohne daß ein nachtheiliges Aufbrausen beim Schmelzen entstanden wäre, oder einige Körner den Tiegel durchbohrt, oder sich an den Seiten des Tiegels angesetzt hätten, welches bei der Reduktion des Hornsilbers nach der gewöhnlichen Vorschrift mit Pottasche und Seife immer zu geschehen pflegt, wenn man nicht außerordentlich vorsichtig verfährt, oder die Mischung vorher in einem gläsernen Kolben bis zum Glühen erhitzt (Scheffer's chemische Vorlesungen, herausgegeben von Bergman S. 126.). Der Grund dieses Processes ist der, daß die Salzsäure in der hohen Temperatur geneigter ist, sich mit dem Eisenkalk als mit dem Silber zu verbinden, welches dagegen, als ein edles Metall, das zu seiner Reduktion nöthige Phlogiston aus der bloßen Hitze anzieht, indem während der Operation ein gelblicher Rauch aus der Masse in die Höhe steigt *). Es ist ganz unschädlich, mehr Eisenkalk, als zur bloßen Abscheidung des Silbers nöthig ist, zu nehmen, weil sich der überflüssige Eisenkrokus mit dem Glase verbindet, welches vorzüglich deshalb zugesetzt wird, um die Silberkörner besser sammeln zu können. Gut ausgesüßter und kalcinirter vitriolischer Colcothar würde dieselben Dienste thun. Den Zutritt von Kohlenstaub und von andern brennbaren Substanzen muß man sorgfältig verhüten. Bei großen Quantitäten möchte dieser Proceß indeß wegen seiner Langsamkeit nicht sehr zu empfehlen seyn, denn Pott-

*) Silberoxyd zerlegt die Auflösungen des Eisens in Säuren, also kann Eisenoxyd die Verbindungen des Silbers mit Säuren nicht zersetzen. Die Reduction des Hornsilbers durch Eisenoxyd ist daher nicht die Folge einer näheren Verwandtschaft des letzteren zur Salzsäure, sondern es treten dabei mehrere noch nicht genau genug bekannte Umstände ein. Wahrscheinlich entwickelt sich dephlogistisirte Salzsäure, weshalb die Reduction durch den schwarzen Braunsteinkalk noch leichter und vollständiger erfolgen dürfte.

Pottasche und Natron schmelzen weit leichter, und brausen auch nicht auf, wenn sie mit ungelöschtem Kalk, der schon allein dieses Salz zu zersetzen im Stande ist, kalcinirt werden; die vollständige Schmelzung muß in diesem Fall aber immer durch andere Zuschläge bewerkstelliget werden.

§. 140. Vom Versilbern des Eisens.

Die Eisen- und Stahlarbeiter kommen oft in den Fall, einige Theile von ihren feinern Arbeiten, z. B. von Scheeren, Messern, Schnallen, Sporen u. s. f., mit einer dünnen Silberhaut zu überziehen, um der Arbeit ein schönes Ansehen zu geben und sie gegen den Rost zu schützen. Es giebt mehrere Verfahrungsarten hierzu, welche von den Künstlern zum Theil geheim gehalten werden. Ich will hier folgende anführen:

1. Das gewöhnliche Verfahren besteht darin, die zu versilbernden Stellen der Eisenarbeit mit dünnen gewalzten oder geschlagenen Blechen aus feinem 16löthigen Silber so fest und dicht, als möglich, zu belegen, die Bleche mit feinem gut ausgeglühetem Eisendrath zu umwinden, auf die Fugen ganz schmale Streifen oder sogenannte Paillen von leichtschmelzendem Silberschlagloth zu legen, sie mit gut ausgebranntem Borax zu bestreuen, und das Schlagloth dann bei reinem Kohlenfeuer, unter langsamen und vorsichtigem Blasen, in Fluß zu bringen, wobei es sich in die Zwischenräume zwischen dem Silber und dem Eisen zieht, und die Befestigung des ersteren am letzteren bewirkt. Das Schlagloth hierzu erhält man gewöhnlich durch das Zusammenschmelzen von 4 Theilen feinem Silber und 2 bis 3 Messing, welche Mischung zu feinem Blech geschlagen wird. Die stehengebliebenen Ränder von der Arbeit werden nachher auf die jedem Arbeiter bekannte Art weggefeilt, geputzt und polirt. Daß das Eisen zu jeder Löthung vorher rein gefeilt oder geschliffen seyn muß, versteht sich von selbst.

2. Auf die eben angeführte Art erhält das Eisen zwar die stärkste Silberbedeckung, allein es wird dazu sehr viel Uebung und Fertigkeit im Löthen erfordert, auch läßt sich die Methode bei solchen Stahlarbeiten, die vorher gehärtet seyn müssen, nicht anwenden. In diesem Fall läßt sich das Silberblech am besten durch Zinn auflöthen, wozu man sehr feines Zinn anwendet, welches ganz so, als ich vorhin beim Schlagloth gezeigt habe, angewendet wird, nur mit dem Unterschied, daß man keinen Borax nimmt, sondern daß die Fugen mit einer Auflösung von Salmiak im Wasser befeuchtet werden, und daß die anzuwendende Hitze nicht größer ist, als erfordert wird, um das Zinn in völligen Fluß zu bringen, welches dann auf der mit Salmiak gereinigten Oberfläche leicht fließt und ohne Ablöschen im Wasser erkalten muß. Wenn diese Löthungsmethode, besonders auf breiteren Flächen, als die gewöhnlichen Messerhefte sind, vollkommen gelingen soll, so müssen Eisen und Stahl vorher verzinnt, oder mit Zinn überzogen seyn, worauf man die zu versilbernden Stellen ganz fein mit Salmiak bestreut, oder mit einer Salmiakauflösung bestreicht. Wird das Silberblech dann auf der Verzinnung festgebunden, noch etwas Salmiak aufgestreut, und die Arbeit nur so stark erwärmt, daß das Zinn in Fluß kommt, so fällt die Versilberung so dauerhaft aus, daß sie alles Abputzen und Poliren verträgt. Weil man bei dieser Löthungsmethode aber Salmiak anwenden muß so entsteht daraus der Nachtheil, daß sich die feinen Dünste von der Salzsäure in die ganz unbemerkbaren Undichtigkeiten des Eisens einziehen und Rostflecken hervorbringen, wenn man die Arbeit nach der Löthung nicht mit Oel und feinem Schmirgel abschleifen will, oder sie sonst durch den Gebrauch rein erhält. Von der Verzinnung des Eisens werde ich weiter unten (§. 150.) reden.

3. Mit

3. Mit Silberamalgama läßt ſich das Eiſen nicht in der Art, als wir es beim Vergolden des Eiſens geſehen haben, verſilbern. Wenn die Eiſenarbeit zuerſt auf die bekannte Art mit einer Kupferhaut überzogen und dann mit Queckſilber angequickt worden iſt, läßt ſich zwar ein dünnes Silberamalgama darüber ausbreiten, allein ſo bald man das Queckſilber in der Hitze abraucht, bleibt das Silber als ein grauer Kalk in der Geſtalt eines lockern Pulvers zurück. Wenn man ſtatt des Amalgama ächtes Blattſilber auf die angequickte Arbeit legt, es mit Baumwolle feſt andrückt und dann das Queckſilber langſam abraucht, ſo erhält man zwar eine ziemlich gute Verſilberung, allein die darunter befindliche Kupferhaut muß dann auch ſehr haltbar und ſtark ſeyn, das Blattſilber muß doppelt genommen und ſehr gleichförmig aufgelegt werden, und das Abrauchen des Queckſilbers mit ſehr viel Vorſicht geſchehen. Wird dies nicht befolgt, ſo fällt die Verſilberung ſtellenweiſe ab. Eine ſolche Verſilberung läßt ſich auch auf keine andere Art, als mit dem unten anzuführenden kalten Verſilberungspulver putzen, mit welchem ſie mit einem naſſen Finger gerieben, mit reinem Waſſer gut abgeſpühlt und mit einem Polirſtahl behutſam geglättet wird.

4. Leichter zu bewerkſtelligen und eben ſo dauerhaft iſt die Methode, das Eiſen kalt zu verſilbern, nach welcher es zuerſt durch Eintauchen in das oben (§. 132.) beſchriebene Quickwaſſer mit einer ſtarken Kupferhaut überzogen, und die Kupferhaut dann mit dem Verſilberungspulver abgerieben wird. Dies Reiben geſchieht mit einem naſſen Finger, mit welchem man in das Pulver taucht, und das Befeuchten, Eintauchen und Abreiben ſo lange fortſetzt, bis die Kupferhaut ganz weiß und die Verſilberung überall ganz gleichförmig geworden iſt, worauf man die Arbeit mit warmen Waſſer abſpühlt und mit reiner Leinwand abtrocknet. Wenn dieſe Verſilberung auf ungehärterem Eiſen aufgetragen worden iſt,

so kann man ihr durch einen blanken Polirstahl einen hohen Grad von Glanz geben. Das Versilberungspulver selbst besteht aus Silber, welches durch Kupfer niedergeschlagen, gut ausgesüßt und getrocknet, und mit 4mal so viel weißem Weinstein und eben so viel Kochsalz recht fein zusammengerieben ist. Auf Sachen, die keiner großen Abnutzung unterworfen sind, und welche nicht an feuchten Orten aufbewahrt werden, hält diese Versilberung sehr gut.

5. Man hat auch versucht, das Eisen durch Schmelzen und Uebergießen im Feuer mit Silber zu überziehen, allein diese Operation hat weder mit reinem Silber noch mit dessen Kalken recht glücken wollen, obgleich man fast alle möglichen Flüsse angewendet hat. Das Silber kam zwar in Fluß, und verband sich auch mit dem Eisen, aber bei weitem nicht so gleichförmig, als dies beim Kupfer der Fall ist. — Ich belegte die Oberfläche des Eisens mit dünnem 11löthigem Blattsilber, mit Silberschlagloth und mit einem Fluß aus gebranntem Borax und feinem Glase, hüllte dann alles zusammen in einen mit feinem Sand und etwas Pferdemist durchgearbeiteten Thon, welcher nach der Bekleidung erst getrocknet und dann vor einem von allen Seiten gleich starken Gebläse im Heerde so lange erhitzt ward, bis er zu schmelzen anfing und aus den Rissen eine grünliche Flamme hervorkam. Das Silber war zwar überall geflossen, allein es fiel sehr ungleich aus. — Wegen dieses langsamen Fließens auf Eisen versuchte ich das Eisen zuerst mit einem leichtflüssigeren Metall, mit Kupfer oder Messing, im Feuer zu überziehen (§. 143.), und das dünne Silberblech dann auf die eben beschriebene Art auf diesem Ueberzug anzuschmelzen, wodurch ich auch wirklich eine ziemlich gleichförmige und starke Silberbedeckung erhielt, welche das Hämmern, Weißsieden und Poliren vertrug. Weil das Eisen bei dieser Versilberungsmethode aber zwei starke Hitzen ausstehen muß, so ist sie

bei

bei allen Arten von Arbeiten nicht anwendbar. Empfehlungswerther scheint folgende Methode zu seyn.

6. Die Eisenarbeit wird zuerst, nach dem weiter unten zu beschreibenden Verfahren, mit Messing oder Kupfer übergossen, welches sich besonders bei kleinen Sachen, z. B. bei Schnallen, Messerheften, Sporen u. s. f., sehr leicht thun läßt, worauf der Ueberzug, und überhaupt die ganze Arbeit, nach Belieben geebnet und polirt werden kann. Alsdann wird die Versilberung in der Art aufgetragen, wie die Gürtler gewöhnlich zu verfahren pflegen. Zu dem Ende wird z. B. 1 Loth Silber in Salpetersäure aufgelöst, die Auflösung in einem porcelanenen Gefäß mit 30 bis 40mal so viel warmen Wasser verdünnt und so viel von einer wässerigen Kochsalzauflösung zugethan, bis alles Silber als ein weißer Kalk niedergefallen ist, der sich gehörig setzen muß, dann von der obenstehenden Flüssigkeit behutsam abgehellt und mit 4 Loth Salmiak und eben so viel Glasgalle zu einem dünnen Brei gerieben wird. Das mit Kupfer oder Messing übergossene Eisen wird dann mit diesem Brei, der mit einer steifen Bürste eingerieben werden muß, bestrichen, welches Bestreichen und Einreiben zwei bis dreimal wiederholt werden muß. Zwischen jedem Anstrich wird die Arbeit über Kohlenfeuer so stark getrocknet, daß sie nicht mehr dampft, worauf sie in einer kochenden wäßrigen Weinsteinauflösung abgekühlt und sorgfältig in derselben gekratzt wird. Nach dem Abspühlen mit reinem Wasser, und nach dem Abtrocknen überfährt man die Versilberung mit einem mit Kalkwasser befeuchteten Polirstahl und wäscht sie endlich ab. Verlangt man eine matte Versilberung, so muß man sie mit dem vorhin angegebenen trocknen Versilberungspulver langsam reiben und dann im warmen Wasser abwaschen und gut abtrocknen, damit nichts Salziges zurückbleibt. — Die Vorschriften zur Versilberung des Eisens, welche in der Kunst- und Werkschule und in

mehreren deutschen Kunstbüchern befindlich sind, verdienen keiner Erwähnung, weil sie theils unzureichend, theils falsch und unrichtig sind.

§. 141. Vom Verhalten des Eisens mit dem Kupfer beim Zusammenschmelzen.

Die Verwandtschaft des Eisens mit dem Kupfer ist eine bekannte und in den chemischen Schriften überall aufgenommene Sache, welche man vorzüglich daraus herleitet, weil der größte Theil der Kupfererze in der Natur mit Eisen verbunden vorkommt. Unkundige sind auch wohl der Meinung, daß der Rothbruch des Eisens vorzüglich vom Kupfer herrührt *), und einige gehen in dieser irrigen Meinung so weit, daß sie alles schwedische Eisen für rothbrüchig halten, weil sie unseren Eisenerzen einen Kupfergehalt beilegen; ja man hat die Ungereimtheit so weit getrieben, anzunehmen, daß sich das Eisen durch den blauen Vitriol in Kupfer verwandeln könne, weil man bemerkte, daß das Eisen in diesem Vitriol das Ansehen des Kupfers bekam, obgleich dies nur eine Folge der Bestandtheile des Vitriols selbst ist. Die Chemiker haben indeß das Verhalten beider Metalle in verschiedenen Mischungsverhältnissen und die zweckmäßigste Methode zur Scheidung derselben von einander, noch gar nicht genau geprüft, obgleich eine genaue Kenntniß dieses Verhaltens für den Kupferhüttenmann äußerst wichtig seyn würde, weil hier in Schweden so wohl, als in andern Ländern, viele tausend Centner Kupfer in den ungeheuren Eisensauen und in der Schur unbenutzt liegen, weil man keinen vortheilhaften Proceß zur Gewinnung des Kupfers kennt, so daß auch das viele

*) Daß ein Kupfergehalt das Eisen rothbrüchig macht, scheint doch richtig zu seyn. Lavavasseur beschreibt (Ann. de Chim. XLII. 183.) ein rothbrüchiges Eisen, welches offenbar durch Kupfer rothbrüchig geworden, und, so wie alles rothbrüchige Eisen, kalt im höchsten Grade fest und zähe war.

viele Eisen, welches in Verbindung mit dem Kupfer nicht zu gebrauchen ist, unbenutzt bleiben muß.

Die Uebereinstimmung beider Metalle hat man aus folgendem Verhalten hergeleitet:

a. Beide lösen sich in allen Säuren und Flüssigkeiten auf, Alkalien und Oele ausgenommen, mit denen sich das Eisen nicht verbindet.

b. Beide setzen in der Hitze Glühspan an.

c. In der Schmelzhitze wird das Roheisen fast bei demselben Hitzgrade flüssig, bei welchem das Kupfer schmelzt.

d Durch Schwefel werden beide in eine Art von Erz, oder in Rohstein verwandelt, obgleich das Kupfer weniger Anziehung zum Schwefel äußert, als das Eisen.

e. Beide lösen sich in Schwefelsäure auf, und geben durch das Krystallisiren einen Vitriol, welches bei den mehrsten anderen Metallen in dieser Art nicht der Fall ist.

f. Beide können zu gleicher Zeit in einem und demselben Vitriol seyn, ohne daß eins das andere abscheidet. Beide werden auch zu den härtesten Metallen gerechnet, so daß das Kupfer vor Zeiten oft die Stelle des Eisens bei Waffen u. s. f. vertreten hat.

g. Beide lassen sich mit dem Queckſilber fast gar nicht amalgamiren.

h. Sie lassen sich, wenn sie zusammengeschmolzen sind, nur sehr schwer von einander trennen, welches zu vielen Fabeleien über die Verwandtschaft des Mars mit der Venus Anlaß gegeben hat.

Dennoch hält es oft außerordentlich schwer, beide Metalle durch das Zusammenschmelzen genau mit einander zu verbinden. Henkel bemerkt in seiner Pyritologie S. 411., daß er beide Metalle in sehr verschiedenen Mischungsverhältnissen vorzüglich in der Absicht zusammengeschmolzen habe, um zu erfahren, wie geringe der

Eisen-

Eisengehalt des Kupfers seyn müsse, wenn er durch den Magnet nicht mehr angegeben werden könne, und gesteht, daß ihm mehrere Mischungen, wegen der großen Strengflüssigkeit des geschmeidigen Eisens nicht haben glücken wollen. Bei einem einzigen Gemisch aus $\frac{1}{2}$ Ct. Eisen und $1\frac{1}{2}$ und auch aus 4 Ct. Kupfer erreichte er seinen Zweck, indem er durch das Zusammenschmelzen eine gleichartige Masse, aber mit einem Abgang von $\frac{1}{2}$ Ct., den er auf Rechnung des Eisens setzt, erhielt, so daß das Metallgemisch nach seiner Meinung aus 2 Theilen Kupfer und 1 Theil Eisen bestand. Er führt dabei indeß nichts weiter an, als daß das Gemisch noch ziemlich roth und kupferfarbig gewesen sey, und daß die Stücken von der Größe einer Linse noch vom Magnet gezogen wurden. Beaumer bemerkt von beiden Metallen nichts weiter, als einen Versuch, 2 Unzen Kupfer und $\frac{1}{2}$ Unze Eisen aus Nagelspitzen in der heftigsten Hitze in einem Tiegel zusammenzuschmelzen. Das Eisen wollte sich, obgleich es wirklich geschmolzen war, durchaus nicht mit dem Kupfer verbinden, sondern fand sich in viele Körner zertheilt im Tiegel vor.

So nahe also auch beide Metalle von Natur mit einander verwandt zu seyn scheinen, so schwer hält es doch, sie in allen Verhältnissen durch das Zusammenschmelzen genau mit einander zu verbinden, denn das Eisen kann nur eine gewisse Quantität Kupfer auflösen, und wenn das Kupfer vorwalten soll, so vermag es ebenfalls nur eine gewisse Menge Eisen in sich aufzunehmen. Zur genaueren Ausmittelung des Verhaltens beider Metalle stellte ich folgende Versuche an:

1. Es wurden 200 Pfund feiner Bohrspan von grauem Roheisen mit 10 Pfund fein geschnittenem Kupfer gemengt, und das mit Leinöl angefeuchtete Gemenge zu einer Kugel gemacht, welche mit etwas Kohlenstaub in einen mit Gestübbe ausgefütterten Tiegel gethan und 25 Minuten lang der stärksten Hitze vor dem

Ge-

Gebläse ausgesetzt ward. Das Gemenge war zu einer reinen fast runden Kugel geschmolzen, welche gerade 200 Pfund wog, also einen Gewichtsverlust von 10 Pfund oder von 5 Procent erlitten hatte, der von beiden Metallen herrührte, so daß das Gemisch aus 194 Theilen Eisen und 6 Theilen Kupfer bestand. Der Regulus verhielt sich folgendergestalt:

a. Er widerstand den Schlägen mit einem verstählten Hammer auf einer Roheisenplatte mit großer Härte und Festigkeit, und machte in der Platte tiefe Eindrücke, ehe er brach.

b. Der Bruch war gelblichweiß, wie der des grellen Roheisens, außerhalb war der Regulus mit einer grauen etwas zähen Haut bekleidet.

c. Die Auflösung in Salpetersäure hatte die gewöhnliche bräunlichgelbe Farbe.

d. Nach dem Verdünnen mit Wasser ward das Eisen aus dieser Auflösung durch Salmiakgeist mit einer braunrothen Farbe niedergeschlagen, wobei aber die gewöhnliche Anzeige der Gegenwart des Kupfers, nämlich die blaue Farbe, nicht zum Vorschein kam.

e. Als indeß etwas von dem niedergeschlagenen Eisenkalk mit Borax geschmolzen ward, entstand ein dunkles braunrothes Glas, welches auf einen Kupfergehalt hindeutete, so daß der trockene Weg diesmal mehr Aufschluß gab, als der nasse.

Die Auflösung c hatte einen schwarzen Rückstand, der, wie gewöhnlich bei der Auflösung des Roheisens, aus einer leichten, abfärbenden, reißbleiartigen Substanz bestand, die nach dem Ausglühen weder vom Magnet gezogen ward, noch den Borax beim Schmelzen färbte.

2. Zu einem anderen Versuch nahm ich $2\frac{1}{2}$ Ct. oder 5 Theile von derselben Eisensorte, und $\frac{1}{2}$ Ct. oder 1 Theil feines Spratzkupfer oder sogenannten Kupfersand, der aus ganz feinen Kupferkörnern besteht, die aus dem geschmol-

geschmolzenen Gaarkupfer, wenn man eine nasse Schaufel darüber hält, hervorspratzen. Das Gemenge ward eben so, als vorhin, behandelt, und gab mit einem Abgang von 14 Pfund einen konveren Regulus, der sich unter dem Hammer sehr hart und zähe verhielt, einen weiß und schwarz gesprenkelten Bruch hatte und gar keinen Kupfergehalt vermuthen ließ. Auf der äußeren Fläche schimmerte aber hier und dort eine dünne Kupferhaut durch, welches das gewöhnliche Verhalten des Kupfers ist, wenn es sich mit vielem Eisen verbinden soll. Ich suchte solche Stücken aus, an denen sich keine Kupferhaut bemerken ließ, und übergoß sie mit Salpetersäure, worin sie sich sogleich, und zwar zuerst mit einer grünlichblauen Farbe, welche auf Kupfergehalt deutet, auflösten. Bald bekam aber die gelbe Eisenfarbe die Oberhand, und die Auflösung ward grünlichgelb. Der Salmiakgeist gab bloß einen gelben Eisenniederschlag, ohne eine blaue Farbe oder eine Anzeige auf Kupfer zu bewirken.

3. Gleiche Theile hartgebrannter Stahl und Kupfer schmolzen mit einem Zusatz von Kohlenstaub und Glas zwar sehr gut zu einem, auswendig dichten und ebenen, kupferfarbenen Regulus, allein man konnte inwendig und auf der äußeren Oberfläche noch deutlich ungeschmolzene Stahlstücken in Kupfer liegen sehen. Indeß war auch das scheinbar reine Kupfer vom Eisen so durchdrungen, daß die Späne desselben vom Magnet gezogen wurden.

4. Drei Ct. Kupfer und ein Ct. geschwefelter Eisenfeilspan schmolzen mit Fluß zu einem völlig ebenen Kupferkönig, in dessen Mitte sich ein großes Eisenkorn befand, so daß sich nicht mehr als der vierte Theil des Eisens im Kupfer (dessen ziemlich große Späne indeß noch vom Magnet gezogen wurden) aufgelöst haben konnte. Das Kupfer hatte auf dem Bruch eine ganz graue Farbe, und verhielt sich halbgeschmeidig unter

dem

dem Hammer. Eben dieses Verhalten zeigte ein Gemisch aus 3 Theilen Kupfer und 1 Theil Stahl.

5. Es wurden 1 Ct. Kupfer und ½ Ct. Roheisen mit einem Zusatz von fixem Arsenik und gewöhnlichem Fluß in einem bedeckten Tiegel geschmolzen. Der erhaltene Regulus war etwas rauh, wog 146 Pfund, ließ sich feilen, verhielt sich aber spröde unter dem Hammer, hatte auf dem Bruch eine hellgraue Farbe und ward ganz und gar vom Magnet gezogen. Das Arsenik bewirkte also die innige Verbindung von 2 Kupfer mit 1 Eisen.

6. Vier Ct. Kupfer und 1 Ct. von dem braunsteinhaltigen weißen Daler Roheisen gaben beim Zusammenschmelzen in einer starken Hitze mit dem oben (§. 124.) angegebenen Schmelzglase ein äußerlich hellkupferrothes Metallgemisch, dessen Späne sehr stark vom Magnet angezogen wurden. Beim Zerschlagen fand sich, daß sich nicht alles Eisen im Kupfer aufgelöst hatte, sondern daß der größte Theil noch in Gestalt zweier kleiner Kügelchen darin eingeschlossen lag, welche sich durch Hammerschläge absondern ließen. Alsdann wurden 2½ Ct. von eben diesem Roheisen und ½ Ct. Kupfer mit einem Zusatz von Kohlenstaub in einer starken Windofenhitze geschmolzen. Das entstandene Metallgemisch war hart und spröde; es schien zwar ganz gleichartig zu seyn, und hatte auf dem Bruch das Ansehen des weißen Roheisens, indeß ließen sich doch hier und dort einige kupfrige Stellen bemerken. Aeußerlich, und besonders unten, war der Regulus mit einer von Mangan und Eisen gefärbten weißen Kupferhaut überzogen. Das kupferhaltige Eisen zog der Magnet nicht im mindesten, wogegen die Späne von der weißen Kupferhaut ziemlich stark angezogen wurden. Es ist merkwürdig, daß das Mangan die Wirkung des Magnet auf das Eisen allein, aber nicht, wenn das letztere noch mit Kupfer verbunden ist, aufhebt.

7. Zwei

7. Zwei Ct. Kupfer und $\frac{1}{4}$ Ct. graues Roheisen schmolzen im Tiegel mit Kohlenstaub zu einem gleichartigen ziemlich geschmeidigen Regulus, der sowohl äußerlich, als auch auf dem Bruch, ziemlich seine Kupferfarbe behalten hatte. Das Gemisch war etwas härter, als reines Kupfer, und große Späne von demselben wurden vom Magnet gezogen.

8. Auf dieselbe Art wurden auch 2 Ct. oder 20 Theile Kupfer mit 10 Pfund, oder mit 1 Theil grauem Roheisen zu einem gleichartigen Gemisch geschmolzen, welches 195 Pfund wog, vollkommen geschmeidig war und eine etwas lichtere Farbe, als Kupfer, hatte. Es ward eben so, wie das vorige Gemisch, stark vom Magnet gezogen, und löste sich in Salpetersäure mit einer grünlichblauen Farbe auf. Die Blutlauge schlug das Kupfer, wie gewöhnlich, als einen braunrothen Kalk nieder, aber ein Eisengehalt ließ sich nicht sogleich bemerken, obgleich er sich recht gut zu erkennen gab, als der erwähnte braunrothe Kalk vor dem Blaserohr geglühet ward. Das Kupfer brannte mit einer grünlichblauen Farbe; das übrige ward schwarz und vom Magnet als reines Eisen angezogen. Mit Borax gab der Kalk ein rothes dunkles Glas, und das Kupfer reducirte sich, wobei die Kupferfarbe der Schlacke wieder verschwand.

9. Sechszehn Theile Kupfer und 1 Roheisen schmolzen mit einem Zusatz von schwarzem Fluß, Borax und Kohlenstaub, ohne allen Abbrand, zu einem ganz gleichartigen geschmeidigen Gemisch, welches äußerlich und auf dem Bruch eine schöne rothe Farbe hatte. Gegen die Feile war es härter, als Kupfer, und gab auch einen bleicheren Strich, der aber nachher wieder mehr roth ward. Vom Magnet ward es stark angezogen.

§. 142. Vom Verhalten des Eisens mit Kupfer und anderen Metallen zugleich.

Lewis führt in seiner Geschichte des Goldes die Bemerkung von Geoffroy in den Abh. d. Paris. Akad. f. 1725 an, daß das Eisen der beste Zusatz sey, um dem Messing das Ansehen und die Farbe des Goldes zu geben. Wenn man nämlich gleiche Theile Kupfer und Zink in Fluß gebracht hat, so soll man etwa $\frac{1}{8}$ so viel, als jedes von den beiden Metallen beträgt, an Eisenfeilspan zusetzen, wodurch das Gemisch ein feines gleichartiges Korn und eine schöne Goldfarbe erhalten würde. Als E. zu einem anderen Versuch 10 Zink, 8 Kupfer und 1 Eisenfeilspan nahm, fiel das Metallgemisch noch dichter und goldfarbener aus. Er bemerkt aber, daß die Verbindung des Eisens mit diesen Metallen viel Geschicklichkeit erfordere, worüber er sich indeß nicht weiter ausläßt. Um zu sehen, ob das Eisen wirklich zur Erhöhung der Farbe etwas beiträgt, stellte ich folgende Versuche an:

1. Es wurden in einem Windofen $\frac{1}{4}$ Loth Eisen, 2 Kupfer und $2\frac{1}{2}$ Zink mit 12 Theilen Fluß und Glas, 6 Theilen Pottasche, 2 Theilen Borax und 1 Theil Kohlenstaub zusammengeschmolzen. Das Metallgemisch hatte etwa den vierten Theil am Gewicht verloren, war unter dem Hammer ziemlich weich und halbgeschmeidig, hatte einen röthlichen, matten und stahldichten Bruch, und war von außen hochgelb und goldfarbig, welche Farbe sich indeß bald wegfeilen ließ, und einer hellgelben Platz machte. Jenes hochgelb kam aber auch nach dem Poliren und Anlaufen in einer hohen Temperatur und an der Luft wieder zum Vorschein, obgleich diese Farbe nicht so schön war, als die eines anderen Gemisches aus 2 Loth Kupfer und $2\frac{1}{2}$ Loth Zink, ohne Zusatz von Eisen, indem dieses letzte Gemisch durch das Poliren und durch das Anlaufen in einer nicht zu hohen Temperatur die

schön-

schönste Goldfarbe erhielt, obgleich es im Bruch weniger dicht und fest ausfiel. Es geht aus diesem Versuch indeß hervor, daß das Eisen zur Erhöhung der Farbe nichts beiträgt. Hin und wieder fand ich auch noch ein ungeschmolzenes Eisenkörnchen im Kupfer liegen. Will man dies vermeiden, und soll das Gemisch recht gleichartig werden, so muß das Eisen vorher auf die vorhin (§. 141, 8, 9.) angeführte Art mit dem Kupfer geschmolzen werden, wobei das Verhältniß von 10 Kupfer zu höchstens 1 Eisen das beste ist, indem die gegenseitige Auflösung dabei am besten erfolgt. Es kommt hierbei aber auch viel auf ein ausgesuchtes, gutes und reines bleifreies Zink an, indem das chinesische Zink gewöhnlich Blei enthält.

2. Ein Centner Eisen, 16 Kupfer und 20 Zink wurden auf folgende Weise mit einander zusammengeschmolzen. Zuerst ward eine Verbindung des Eisens mit dem Kupfer zu einem gleichartigen Gemisch, ohne allen Abgang, dadurch hervorgebracht, daß die Roheisenbohrspäne mit etwas Kohlenstaub auf den Boden des Tiegels zu liegen kamen, und auf die Bohrspäne das Kupfer mit $\frac{1}{4}$ schwarzem Fluß und auf das Kupfer endlich abgeknistertes Kochsalz geschüttet ward. Nach erfolgter Schmelzung im Windofen war das Gemisch ziemlich geschmeidig und weich, hatte einen grauen sehr feinen Bruch und ward in kleinen Spänen vom Magnet gezogen. Dieses Gemisch aus Eisen und Kupfer ward im Windofen wieder umgeschmolzen, und das Zink erst nach erfolgtem Schmelzen zugesetzt, wobei es ungemein umhersprühte, und mit einem bedeutenden Verlust nach und nach einschmolz. Als ich das Metallgemisch ausgoß, fand ich das Gewicht desselben nur 30 Ct., so daß es etwa aus 16 Theilen Kupfer, 1 Eisen und 13 Zink bestand. Aeußerlich hatte es eine hochgelbe Farbe, der Feilstrich war aber bleich und die Späne wurden stark vom Magnet gezogen. In der Anlaufhitze erhielt es zuerst eine

Kupfer-

Kupferfarbe, die nach dem Erkalten aber mehr goldfarbig war. Es verhielt sich unter dem Hammer spröde, und hatte in der Mitte des Bruches eine röthliche, nach den Kanten zu aber eine hochgelbe Farbe. Beim Umschmelzen ließ sich der Zinkgehalt durch zugesetztes Zink nicht vergrößern, sondern das ganze Resultat des jedesmaligen Umschmelzens mit einem Zusatz von Zink war, daß sich ein Theil Eisen aus dem Gemisch in kleinen Körnern ausschied, jedoch wurden die Feilspäne des Gemisches noch immer vom Magnet gezogen. Der Eisengehalt trug übrigens nichts zur Entstehung der Goldfarbe durch das Anlaufen an der Luft bei, denn ein anderes Gemisch aus gleichen Theilen Kupfer und Zink, ohne Eisen, hatte eine viel höhere Farbe. Eine Mischung, die ich durch das Zusammenschmelzen von 8 Kupfer, 5 Zink und 1 bleifreiem Zinn erhielt, war zwar bleich und spröde, ließ sich aber sehr gut gießen, und lief an der Luft mit einer schönen Goldfarbe an. Mit der Hälfte weniger Zinn war die Mischung eben so gut und etwas weniger spröde.

3. Alle diese Versuche zeigen, daß das Eisen die Farbe der Verbindung des Zinks mit dem Kupfer nicht erhöhet. Bei weißen Metallmischungen würde der Eisenzusatz aber von mehr Nutzen seyn, zu welcher Vermuthung mir die weiße chinesische Metallmischung, oder das Weißkupfer, das sogenannte **Pakfong**, wovon ich einige schöne, rohe und bearbeitete Stücken aus Canton erhalten habe, Anlaß giebt. **Engeström** hat (Schwed. Abh. f. 1776. S. 35.) gezeigt, daß diese Metallmischung im unbearbeiteten Zustand aus Kupfer, Nickel und Kobald besteht, und daß bei der Verarbeitung in Canton bald mehr, bald weniger Zink zugesetzt wird. Weil nun das Nickel eine so starke Anziehung zum Eisen hat, daß es ohne dasselbe kaum dargestellt werden kann, so läßt sich auch vermuthen, daß das Pakfong immer eisenhaltig seyn muß, und deshalb verdient es in der Geschich-

schichte des Eisens wohl einiger Erwähnung, vorzüglich weil das Eisen dem Kupfer bekanntlich eine bleichere Farbe mittheilt, ohne der Geschmeidigkeit desselben beim kalten Hämmern sehr hinderlich zu seyn.

Die rohen Stücken Pakfong, welche mir zugesendet worden sind, bestanden aus Bruchstücken von Kuchen, die mit dem Spratzkupfer Aehnlichkeit hatten; sie waren sehr undicht, hatten auf dem Bruch viele Blasen, besaßen eine weiße Farbe, und verhielten sich gegen die Feile nicht härter, als Messing. Die Späne wurden sehr stark vom Magnet gezogen. Die bearbeiteten Stücken hatten die Gestalt reiner, geschmiedeter, blanker Scheiben, deren Späne zwar ebenfalls, aber nicht so stark, vom Magnet gezogen wurden. Sieben Loth von dem unbearbeiteten Pakfong konnten nur durch ein halbstündiges sehr heftiges Blasen, mit einem Zusatz von schwarzem Fluß, zum Schmelzen gebracht werden. Die Schlacke schäumte im Einguß sehr stark auf, und warf feine Schweißfunken von Eisen aus. Es hatte durch das Umgießen $\frac{1}{4}$ Loth am Gewicht verloren, im Bruch war es noch immer undicht, zeigte aber beim kalten Hämmern einige Geschmeidigkeit. Sehr große Späne wurden noch stark vom Magnet angezogen, woraus sich schließen ließ, daß das Eisen ein nothwendiges Bestandtheil seyn müsse. Die vollkommen gesättigte Auflösung in Salpetersäure war etwas dick und dunkelgrün; nachdem sie einige Zeit gestanden hatte, schlug sich das Eisen daraus von selbst als ein gelber Ocker nieder. Die Auflösung hatte jetzt eine grüne und milchigweiße Farbe; ich versuchte das Kupfer durch hineingestelltes polirtes Eisen daraus niederzuschlagen, welches aber bei der stärksten Verdünnung mit Wasser nicht glücken wollte, so daß sich die Quantität des Kupfers wegen des beigemengten schwarzen Schlammes vom corrodirten Eisen nicht bestimmen ließ. Das Nickel ward aus dieser Auflösung durch Salmiakgeist mit einer mineralgrünen

Farbe

Farbe niedergeschlagen, das Kupfer löste sich aber während der Fällung wieder mit einer blauen Farbe auf. Ein Zusatz von Schwefelsäure gab mit dieser durchgeseiheten blauen Auflösung einen kreideweißen Niederschlag, der theils von der geringen Quantität Kalk, der sich zufällig im Salmiakgeist befand, theils aber auch vom Zink herrührte, welches sich auf einer glühenden Kohle vor dem Blaserohr mit einer blauen Flamme zu erkennen gab.

Diese Versuche beweisen, daß das Pakfong wirklich aus den genannten Bestandtheilen, nämlich aus Kupfer, Nickel, Eisen und Zink, zusammengesetzt ist. Um zu sehen, ob ich durch Zusammenschmelzen ein dem chinesischen Pakfong ähnliches Metallgemisch erhalten würde, wurden 600 Pfund Kupfer, welches durch die Destillation mit so viel Zink imprägnirt worden war, daß es eine weiße Farbe erhalten hatte und spröde geworden war, ferner 77 Pfund reines Kupfer, 143 Pfund eines vorher durch Zusammenschmelzen bereiteten Metallgemisches aus gleichen Theilen Kupfer und Nickel, 100 Pfund Nickel, welches einen kleinen Arsenikgehalt hatte, und 150 Pfund Eisenfeilspäne, die vorher zur Destillation des Queckſilbers gebraucht worden, also etwas schwefelhaltig waren, zusammen 10 Ct. 70 Pfund, oder 1070 Pfund, in einem Tiegel mit einem Zusatz von schwarzem Fluß, Glas und Kochsalz, vor dem Gebläse in einer Zeit von 15 Minuten zusammengeschmolzen. Die geschmolzene Masse ward in einem Einguß ausgegossen, und gab eine reine Stange, die 9 Ct. 10 Pfund wog, also 15 Procent am Gewicht verloren hatte. Das Gemisch war etwas weißer, als das chinesische, aber auch etwas ungeschmeidiger, indem es durch kaltes Hämmern sogleich brach, wozu der Arsenikgehalt des Nickels viel beigetragen haben mag. Dagegen war es aber auch leichtflüssiger, und gab einen guten dichten Guß, ließ sich auch leicht feilen, drehen und schaben.

Die Späne wurden fast eben so stark, als Eisen, vom Magnet gezogen. Auch das zu dieser Metallmischung genommene Gemisch aus gleichen Theilen Kupfer und Nickel hatte eine weiße Farbe und war halbgeschmeidig; aber durch den Zusatz von Zink ward es noch weißer, und der Zusatz von Eisen schien ihm mehr Stärke zu geben, ohne die Geschmeidigkeit beim kalten Hämmern zu vermindern. In der Wärme ließ es sich durchaus nicht schmieden, welches auch bekanntlich beim Messing nicht angeht. — Es geht hieraus hervor, daß die Verfertigung des chinesischen Weißkupfers kein Geheimniß seyn kann, daß sie aber nicht der Mühe lohnt, wenn man nicht Nickel oder Kobald (welches dieselbe Wirkung thut) haben kann, oder wenn dies Metallgemisch nicht unmittelbar durch das Schmelzen im Großen aus den Erzen erhalten wird. Glaubt man aber, das Weißkupfer oder dieses Metallgemisch unserem guten reinen Kupfer vorziehen zu müssen, so kann man auch dieses vollkommen geschmeidig erhalten, wenn man es in einer sehr starken Hitze mit Braunstein schmelzt. Der Metallgehalt des Braunstein, oder das Mangan, verbindet sich alsdann mit dem Kupfer, vermehrt das Gewicht desselben, ohne seine Geschmeidigkeit merklich zu vermindern, und theilt ihm auch eine weiße Farbe mit, die aber mit der Zeit an der Luft schneller röthlich wird, als die des Pakfong. Weil das Eisen aber ohne Zweifel keinen Bestandtheil dieser Verbindung ausmacht, indem dies Metallgemisch vom Magnet nicht angezogen wird, so gehören die in dieser Absicht angestellten Versuche nicht hierher.

4. Verschiedene andere weiße, aber spröde Metallgemische mit Eisen kann ich hier nicht übergehen.

a. $\frac{1}{4}$ Ct. Eisen, 3 Messing, $1\frac{1}{2}$ Arsenik und 1 Nickel gaben beim Zusammenschmelzen (welches bloß mit Kohlenstaub geschah) ein ganz weißes Gemisch, welches im Guß sehr gut ausfiel, sich auch leicht feilen und schaben ließ, aber das Hämmern nicht vertrug, und auf dem

Bruch

Bruch das Ansehen von feinem Stahl hatte. An der Luft verlor es etwas von seiner weißen Farbe.

b. Um ein dem Weißkupfer nahekommendes Gemisch zu erhalten, wurden 1 Theil Eisen, 1 reguliniſches Spiesglanz, 4 Kupfer und $\frac{3}{4}$ Blei zusammengeschmolzen. Das Gemisch fiel recht gleichartig aus, hatte das Ansehen von 11löthigem Silber, war aber spröde und undicht. Es ward vom Magnet stark angezogen und setzte an der Luft Grünspan an.

c. 1 Theil Eisen, 1 Kupfer und 6 Zinn gaben ein weißes, sprödes Gemisch, mit welchem sich das Eisen aber nicht hatte verbinden wollen.

d. $\frac{1}{4}$ Eisen, $\frac{1}{4}$ Arsenik, $\frac{1}{8}$ Messing und 3 feines Zinn, gaben eine Art von hartem Zinn, welches ganz weiß und geschmeidig war, sich aber nicht gut gießen ließ. Die Späne davon wurden noch vom Magnet gezogen.

e. 1 Eisen, 6 Weißkupfer (aus 2 Theilen Messing und 1 fixem Arsenik bereitet) und 2 Messing gaben ein sehr weißes, dichtes und sprödes Gemisch zu Spiegeln, dessen kleine Spänchen vom Magnet gezogen wurden. Es lief aber nach einiger Zeit an der Luft an, und hatte nach mehreren Jahren nicht allein Rost, sondern auch Grünspan angesetzt (man sehe weiter unten k). — Mehrere Versuche zur Darstellung von Gemischen zu Metallspiegeln belehrten mich, daß Eisen und Arsenik keine gute Zusätze abgeben. Eine harte und gute Mischung erhält man aus 3 Kupfer, 1 Zinn, $\frac{1}{4}$ reguliniſchem Spiesglanz und $\frac{1}{4}$ Zink.

f. 3 Theile Kupfer, 2 Braunstein und $\frac{1}{2}$ Roheisen wurden in einer starken Hitze in einem mit Kohlenstaub ausgefütterten Tiegel zuerst zu kleinen Körnern, und diese nachher zu einem Regulus geschmolzen. Unter dem Hammer ließ sich dieser Regulus leicht zerschlagen und war halbgeschmeidig, zerfiel aber sehr bald zu Körnern, und hatte überhaupt einen undichten, grau und mit rothen Kupfertheilen gesprenkelten, Bruch. Die davon abge-

schabten Späne wurden stark vom Magnet gezogen, welches um so merkwürdiger ist, als wir an einem anderen Ort (§§. 36. 155.) gesehen haben, daß das Mangan dem Eisen die Eigenschaft, vom Magnet angezogen zu werden, fast gänzlich benimmt. Bei genauerer Untersuchung ergab sich, daß das Metallgemisch etwas Blei aus dem weißen Bleispath, welcher in dem englischen Braunsteinerz eingesprengt war, aufgenommen hatte, und dieser Bleigehalt mogte auch wohl die vorzüglichste Ursache der Sprödigkeit des Gemisches seyn, die sich vom Mangan nicht füglich ableiten läßt, weil dieses Metall das Kupfer weiß färbt, ohne die Geschmeidigkeit desselben zu zerstören, und weil es auch mit dem Eisen eine geschmeidige Mischung giebt. Dagegen verlieren alle Metallmischungen, in denen sich Eisen und Kupfer befinden, durch Blei sogleich ihre Geschmeidigkeit.

g. Gleiche Theile Stahl, Kupfer und Zinn gaben durch Zusammenschmelzen mit schwarzem Fluß, Glas, Kohlenstaub und Kochsalz eine sehr weiße, aber so spröde und harte Masse, daß die Feile kaum darauf wirkte. Auf dem Bruch war sie so dicht wie Glas, und hatte eine bläulichweiße Farbe. Sie ward in großen Stücken fast eben so stark, als reines Eisen, vom Magnet gezogen und rostete an der feuchten Luft. Die Schlacke, oder das Glas vom Fluß, hatte eine dunkelgrüne Farbe. Dieselbe Mischung mit einer kleinen Abänderung, nämlich aus 2 Theilen Messing, $\frac{1}{2}$ Zinn und $\frac{1}{4}$ Stahl, gab ein ähnliches, aber etwas weniger hartes Metallgemisch, welches zu Polirscheiben und Feilen (wenn man dem gehärteten Stahl nach englischer Art mit Zinnasche eine feine Politur geben will) sehr gut zu gebrauchen war. Die englischen Polirfeilen enthalten, nach meiner Untersuchung, auch noch etwas Wismuth.

h. Ein Gemisch aus 1 Roheisen, 8 Messing und 3 firem Arsenik, ward auf die Art bereitet, daß das Messing erst mit dem firen Arsenik zusammengeschmolzen, und

und das Eisen alsdann unter einer Decke von Kohlenstaub nachgetragen ward. Als sich das Gemisch in einem guten Fluß befand, ward es in einem Einguß ausgegossen. Es war zwar sehr spröde und ungeschmeidig, aber durchgängig ganz gleichartig, und verhielt sich gegen die Feile eben so hart, als reines Eisen. Der Bruch war stahldicht und von ziemlich weißer Farbe, die sich aber doch etwas ins röthliche oder kupferfarbene zog und an der Luft noch mehr vergelbte. Kleine Stükken von diesem Gemisch wurden stark vom Magnet gezogen.

i. Ein Theil Eisen, 4 Kupfer und 1 reguliniſches Spiesglanz schmolzen mit dem oft erwähnten Flußglase sehr leicht zu einem weißen, ganz dichten und gleichförmigen Gemisch, welches sich unter dem Hammer sehr spröde verhielt. Auf dem Bruch war es weiß und dicht, wie der feinste Stahl; es ließ sich sehr gut gießen, auch mit der Feile und mit dem Schabeeisen leicht bearbeiten, und verlor nach mehreren Jahren sehr wenig von seiner weißen Farbe, die durch eine geringe Politur sehr bald wieder zum Vorschein kam. Kleine Schabespäne wurden sehr stark vom Magnet gezogen.

k. Gleiche Theile Stahl, Zinn und Weißkupfer (man sehe oben e) wurden bloß mit einem Zusatz von weißem Fluß zu einem Regulus geschmolzen, der zwar hart war und eine äußerst weiße Farbe besaß, sich aber außerordentlich spröde verhielt. Er ließ sich indeß feilen und mit dem Schabeeisen bearbeiten, nahm auch eine gute Politur an, und war nach zweijährigem Liegen an einem feuchten Ort nicht im geringsten angelaufen, oder hatte sonst etwas von seiner schönen weißen Farbe verloren. Die ganze Quantität des Eisens war aber nicht mit in die Verbindung gegangen, sondern etwas lag noch in der Mitte als ein von etwas Weißkupfer und Zinn durchdrungener Kern, welcher von der übrigen Mischung wie von einer dicken Schale umgeben war. Diese Mi-

schung

schung hatte jedoch so viel Eisen aufgelöst, daß die Feilspäne davon stark vom Magnet angezogen wurden.

l. Ein Theil eisenhaltiges reguliniſches Kobald von Tunnberg (§§. 162, 1. 163, m.) gab beim Zusammenschmelzen mit 2 Messing unter einer Decke von Kohlenstaub ohne allen Abgang ein gleichartiges Gemisch, welches sich unter dem Hammer weich und halbgeschmeidig verhielt. Es ließ sich leicht feilen und bearbeiten, und war eben so weiß, als 11löthiges Silber. Große Stükken davon wurden fast eben so stark, als reines Eisen, vom Magnet angezogen.

§. 143. Vom Löthen, Ueberschmelzen und Ueberziehen (Inkrustiren) des Eisens mit Kupfer.

1. Allen Schmieden ist die Anziehung des Kupfers zum Eisen beim Schmelzen, und die darauf begründete Löthung des Eisens hinlänglich bekannt. Die ganze Kunst besteht darin, die Kanten des Eisens zusammen zu biegen, sie vermittelst kleiner Nägel, oder feiner Dräthe zusammen zu halten, dann mehrere Kupferkörnchen aufzustreuen und alles mit einem feinen mit Sand gemengten Thon, der nicht feuerfest seyn darf, zu überziehen und wieder schnell zu trocknen. Die auf diese Art überzogene Arbeit wird dann in der Esse vor dem Gebläse so lange erhitzt, bis der Thon anfängt, sich überall zu verglasen und zu schmelzen, oder weich zu werden, und bis grüne Flammen durch die Ritzen dringen, wobei man das häufige Drehen und Wenden der Arbeit nicht versäumen muß, theils um sie überall gleichförmig zu erhitzen, theils um das schmelzende Kupfer nicht stellenweise in einzelnen Tropfen schmelzen, sondern es längs der Fuge einziehen zu lassen. Eben diese Vorsicht muß man auch beobachten, wenn man die Arbeit aus dem Feuer nimmt, und das Umdrehen so lange fortsetzen, bis man glaubt, daß das Kupfer gehörig erstarrt seyn wird. Der ganze Proceß ist nun beendiget; muß die Ar-

Arbeit nachher noch mit Feile und Meißel bearbeitet werden, so läßt man sie langsam erkälten, soll sie aber einen Klang haben, wie z. B. die kleinen Glocken oder Schellen, so löscht man sie im Wasser ab. Mit Messing läßt sich schneller löthen, als mit Kupfer, weil es sehr leicht und gleichförmig in Fluß kommt und ebenfalls eine Kupferfarbe erhält, indem sich das Zink in der Hitze verflüchtiget. Wenn die Arbeit aber nach dem Löthen eine neue Glühung erfordert, so ist es sicherer, reines Kupfer anzuwenden, weil es eine stärkere, rothwarme Hitze verträgt, ehe es in Fluß kommt.

Feinere Arbeiten kann man ohne eine Bekleidung mit Thon, in der Esse, oder vor einem Handblasebalg, mit Messing oder mit Messingschlagloth löthen, wenn man die Fugen nur recht dicht macht, sie mit dem Messingstreifen belegt, ein Pulver aus gleichen Theilen Borax und Krystallglas darüber streut und schnelle Hitze giebt, bis das Messing in einen recht guten Fluß gekommen ist. Alle Sachen, die gelöthet werden sollen, müssen vorher so stark erhitzt werden, daß das Messing oder das Schlagloth darauf schnell schmelzen kann, denn wenn das Schlagloth erst nachher sehr stark erhitzt werden muß, so schmelzt es tropfenweise und will sich nicht recht in die Fugen einziehen. Bestreicht man die Fugen vorher mit etwas Boraxwasser, so kann man mit mehr Sicherheit auf eine gute Löthung rechnen.

2. Die Eigenschaft des Kupfers, das Eisen beim Schmelzen so leicht als eine Decke zu überziehen, hat zu verschiedenen Versuchen Anlaß gegeben, es auf Dachblechen, Verzierungen von Eisen, und auf allen solchen Sachen, die der Wirkung der Luft ausgesetzt sind, vortheilhaft zu benutzen, um sie dadurch eben so dauerhaft zu machen, als wenn sie von Kupfer wären; oder das Eisen mit Kupfer zu übergießen. Wenn man das Eisen in geschmolzenes Kupfer taucht und es darin so lange stehen läßt, bis es die Temperatur desselben angenom-

nommen hat, überzieht es sich zwar mit einer Kupferhaut, die aber gewöhnlich zu stark und deshalb zu kostbar ausfällt. — Starke Eisenbleche wurden auf die vorhin beim Löthen angeführte Art an verschiedenen Stellen mit kleinen Streifen von dünnem Kupferblech belegt, und dann in guten Töpferthon eingehüllt, der mit feinem Sand und Kohlenstaub, oder mit etwas frischem Pferdemist durchgearbeitet war, um den Thon zusammen zu halten, und das Verbrennen der Metalle durch den kohligen Bestandtheil zu verhüten. Sie erhielten bei einer starken Weißglühhitze im Windofen, mit den vorhin beim Löthen angeführten Handgriffen, eine größtentheils ganz gleichförmige Kupferdecke, und zwar nicht bloß auf der oberen mit Kupfer belegten Seite, sondern auch die untere Fläche, welche gar nicht überkupfert werden sollte, hatte fast eine eben so starke Decke erhalten. Nach meinen Versuchen waren zu einem Quadratfuß Eisenblech höchstens 3 Loth Kupfer nöthig, welches auf ein gewöhnliches Eisenblech von 24 Zoll lang und 18 Zoll breit etwa 9 Loth Kupfer beträgt. War das Eisen von Glühspan geschwärzt, so nahm das Kupfer ihn weg, und hatte das Eisen dennoch überall bedeckt, obgleich die Decke weit gleichförmiger ausfiel, wenn der Glühspan vorher durch Feilen oder Beitzen weggeschafft worden war.

Statt des Belegens mit Kupferblech stellte ich auch den Versuch an, das Eisen mit dünnem Tischlerleim zu überstreichen, und gekörntes Kupfer, oder sogenanntes Spratzkupfer, ganz dünne darüber zu sieben, welches ebenfalls vortrefflich gelang. Vielleicht würde man auf dem Wege des Niederschlagens, oder durch die Cementkupferbereitung, wie z. B. zu Fahlun, denselben Zweck mit weniger Unkosten erreichen, wenn nämlich der zugleich mit niederfallende Eisenrost nicht nachtheilig ist. Durch die Anwendung von Messingblechstreifen, oder von Messingfeilspänen würde man ohne Zweifel eine noch

dün-

dünnere und gleichförmigere, theils gelbliche, theils kupferfarbne Decke erhalten. — Ich habe auch das Verhalten von mehreren Flüssen untersucht und gefunden, daß abgeknistertes Kochsalz, oder Borax, oder auch schwarzer Fluß, das gleichförmige Fließen des Kupfers am mehrsten befördern. Der schwarze Fluß hatte indeß vor allen den Vorzug. Alle anderen Salze gaben zum Rosten und zum Ansetzen von Grünspan Anlaß. Borax und Messingschlagloth gaben die dünnste und gleichförmigste Ueberkupferung, welche alsdann, wenn auf dem belegten Eisen unter der Thonhülle feines Krystallglas gesiebt worden war, immer blanker auszufallen schien, als wenn der Thon unmittelbar aufgelegt ward. Roheisen ließ sich ebenfalls auf diese Art übergießen.

Mit Weißkupfer (aus Messing, Nickel und Kobald) erhielt ich bei der Anwendung eines Flusses, der durch das Zusammenschmelzen von 2 Theilen Borax, 1 Salpeter und 3 Glas entstanden war, ebenfalls einen solchen Ueberguß, der dem Eisen das Ansehen einer unächten Versilberung gab, welche in manchen Fällen von Nutzen seyn, und auch zur Zierde gereichen kann. Dieser Ueberguß gelang mir auch im offnen Feuer, und er ist von den weißen Ueberzügen der beste. Auch zum Löthen des Eisens läßt sich diese Composition mit jenem Fluß sehr gut gebrauchen. Eine andere Art von Weißkupfer (aus Messing und Arsenik) gab mit einem Zusatz von etwas Boraxglas und von reinem Weinsteinsalz unter der gewöhnlichen Thonhülle auf einem kleinen Eisenblech einen recht guten Ueberzug, von dem ich als eine Merkwürdigkeit anführen muß, daß sich das Eisenblech in der Kälte durch Hämmern noch mehr ausbreiten ließ, ohne daß dieser weiße Ueberzug im geringsten Ritzen bekam, obgleich dieses Weißkupfer sonst sehr spröde ist. Es ließ sich zwar auch zum Löthen anwenden, jedoch war es dazu weniger brauchbar, als das oben genannte

Weiß-

Weißkupfer aus Nickel und Messing, welches eine sehr starke eisenfarbene Löthung giebt.

Wollte man eine Vorrichtung im Großen treffen, die eisernen Dachbleche mit Kupfer zu übergießen, so müßte man dazu einen besondern Flammofen anlegen und statt des Kupfers Feil- und Drehspäne von Messing anwenden, die man bei den Gelbgießern zu billigen Preisen erhalten kann. Das Ueberziehen mit Thon, der mit Kohlenstaub durchgewirkt ist, bleibt aber immer nothwendig.

3. Ueber das Einlegen, Inkrustiren, oder Einschmelzen des Kupfers und seiner Verbindungen in im Eisen eingegrabenen Figuren, hat man sehr viele Versuche angestellt, und dadurch recht hübsche und unauslöschliche Verzierungen erhalten. Die Figuren und Zeichnungen im Eisen lassen sich bekanntlich entweder durch Graviren oder durch Etzen darstellen. Die Methode des Etzens ist die geschwindeste und gebräuchlichste; sie soll weiter unten (§. 229.) beschrieben werden. Die Figuren müssen recht tief und mit derben Strichen eingeetzt werden. Sollen diese Figuren einer Einlegung mit Gold gleichen, so muß man dazu ein Gemisch aus gleichen Theilen Kupfer und Zink nehmen, welches sehr spröde ist und eine hochgelbe Farbe besitzt. Es wird zu diesem Ende geschmolzen, gekörnt, dann auf einem Ambos noch mehr zerkleinert und zuletzt in einem eisernen Mörser ganz fein gestoßen, wie es die Metallarbeiter beim Messingschlagloth zu thun pflegen. Das erhaltene Pulver wird mit geschmolzenem oder verglasetem Borax zu einem Brei gerieben, und mit diesem Brei füllt man alsdann alle die gravirten oder eingeetzten Figuren und Zeichnungen völlig aus, übersiebt die ganze Oberfläche ziemlich stark mit fein pulverisirtem, bleifreiem Krystallglas, und hält die Arbeit dann vor dem Gebläse auf glühenden Birkenkohlen. Man muß dabei aber sehr vorsichtig verfahren, und andere glühende Kohlen

rund

rund um die Arbeit herum, die größten aber oben auf legen, damit die Glasdecke von den Kohlen nicht im mindesten abgestoßen wird. Das Blasen wird so lange mit der größten Behutsamkeit fortgesetzt, bis man das Metall durch das geschmolzene Glas blank und gleichförmig fließen sieht, worauf man die Arbeit aus dem Feuer nimmt und erkalten läßt. Durch einige Hammerschläge springt das Glas ab, und das Eisen sowohl, als das eingelegte Metall kommen mit ihrer wahren Farbe zum Vorschein. Sollte etwas von dem Metall übergeflossen seyn, so wird es mit einem Feilstrich weggenommen, so wie man überhaupt die ganze Arbeit, so viel als ohne Nachtheil für die eingesenkten Zeichnungen geschehen kann, eben feilen, mit dem Polirstahl roh poliren, oder auch mit Schmirgel abschleifen, ihr eine Oberflächenhärtung geben, und durch die in der ersten Abtheilung dieses Werkes angegebenen Polirmethoden einen vollkommenen Glanz ertheilen muß. Statt des eben genannten Gemisches aus Kupfer und Zink kann man auch das bei den Gelbgießern gebräuchliche Messingschlagloth, oder das bekannte gelbe, spröde Nürnberger Metallgemisch, woraus die alten Schnallen, Knöpfe, Riemenzeugbeschläge u. s. f. zu bestehen pflegen, und welches beim Feilen zwar einen weißen Strich giebt, an der Luft aber hochgelb anläuft, anwenden. Das Einschmelzen läßt sich zwar ohne einen Zusatz von Glas bewerkstelligen; weil die gelbe Farbe alsdann aber gänzlich verschwindet, indem sie nur unter der Glasdecke ausdauert, so kann man das Glas nicht füglich weglassen. Es versteht sich von selbst, daß die eingesenkten Zeichnungen recht rein und von allem Rost und Schmutz frei seyn müssen, wenn das Metall gleichförmig fließen und fest haften soll.

Die vorhin erwähnten weißen Metalle lassen sich zu diesen eingesenkten Arbeiten ebenfalls anwenden, und nehmen sich alsdann vorzüglich gut aus, wenn man die

Waa-

Waare blau anlaufen läßt. — Wenn beide Seiten, die obere sowohl als die untere, mit eingelegten Arbeiten versehen werden sollen, so läßt sich dies im offnen Feuer nicht bewerkstelligen, sondern man muß dann einen Ueberzug von Thon nach der vorhin beim Löthen angeführten Art anwenden. Verlangt man die eingelegten goldähnlichen Metallzeichnungen erhaben, so stellt man die Eisen- oder Stahlarbeit einige Stunden lang in das unten zu beschreibende Eßwasser, um die ganze Oberfläche abbeißen, oder gewissermaßen einsenken zu lassen, wobei alle Metallfiguren, die von jenem Eßwasser nicht angegriffen werden, erhaben zum Vorschein kommen, und mit dem Polirstahl vorsichtig überfahren werden müssen, um ihnen einen vollkommenen Glanz zu geben, der gegen den matten Grund des geeßten Eisens sehr schön und künstlich absticht, vorzüglich wenn die Arbeit blau angelaufen ist. Bei Taschenmesserheften, Schloßblechen, Feuerstahlen und anderen ähnlichen Waaren ist diese Methode sehr anwendbar. Sollen die Figuren ein silberartiges Ansehen haben, so muß man statt der gelben Metallmischung eine weiße, z. B. aus Messing und Arsenik, oder aus Messing und Kobald nehmen.

§. 144. Von der Scheidung des Kupfers vom Eisen auf dem trockenen Wege.

1. Wenn Eisen nur sehr wenig Kupfer enthält, welches sich beim Verschmelzen sehr eisenhaltiger Kupfererze nicht vermeiden läßt, indem ein Theil Eisen im Heerde des Krummofens reducirt wird, und daselbst große Frischstücken, Sauen oder Nasen bildet, so hält es außerordentlich schwer, den Kupfergehalt mit Vortheil auszubringen, weil das Kupfer theils im Eisen aufgelöst, theils mechanisch als kleine Körnchen in demselben vertheilt ist. Wenigstens läßt sich das Kupfer aus diesen Sauen nicht gewinnen, ohne das Eisen, als das weniger kostbare Metall, zu gleicher Zeit zu zerstören, welches

man

man dadurch zu bewirken sucht, daß man die Eisensauen so viel als möglich zerschlägt, in den Roststätten verschlackt, und dann wieder stückweise mit anderen kiesigen Erzen in den Rostöfen aufröstet, um einen Theil des Kupfergehalts in den Stein zu bringen und auf diese Weise wieder zu gewinnen, welches ich hier indeß übergehen muß, weil es nicht zur Geschichte des Eisens gehört.

Wir haben weiter oben gesehen, daß man durch das Zusammenschmelzen von vielem Roheisen, z. B. von 20 Theilen mit 1 Theil Kupfer, eine sehr feste, zähe und harte Mischung erhält, und das giebt mir zu der Vermuthung Anlaß, daß man jene zähen Eisenmassen mit dem größten Vortheil dazu anwenden könnte, sie in besonders eingerichteten Heerden, und bei einer Zustellung, bei welcher sich flüssiges Roheisen erhalten läßt, zu verschmelzen. Aus diesem Roheisen würden sich dann manche für das Berg- und Hüttenwesen durchaus nothwendige grobe Sachen gießen lassen, z. B. Anker und Bolzen für Hoheöfen, Säulen und Stempel für Pochwerke, verschiedene Arten von Platten für Roststätten und Schmelzöfen, Ambösse für Frischfeuer und Blechhämmer, Walzen für Schmelzwerke u. s. f. Schon die Anwendung zu Walzen allein verdiente versucht zu werden, weil es höchst wichtig seyn würde, wenn man auf solche Art haltbarere Walzen, als aus gewöhnlichem festen Roheisen, erhalten könnte. Versuche im Kleinen lassen dies vermuthen. Der Vorschlag von Jars, Eisen mit etwas Kupfer zu verbinden, würde dann in Erfüllung gehen, aber freilich durchaus nicht für den Frischfeuerbetrieb, wie wir oben (§. 86, 1, c.) gesehen haben. Vielleicht würde man diese Eisensauen am vortheilhaftesten in den im Ausblasen begriffenen Hohenöfen durchsetzen können; nur müßte man alsdann noch zugleich etwas strengflüssiges, quarziges Dürrsteinerz, und reine, zerschlagene, glasige Hohenofenschlacke mit durchschmelzen,

zen, um den Hohenofenschacht gegen die fressenden Dämpfe des Kupfers zu schützen.

2. Wenn sich nur sehr wenig, z. B. 3 oder 4 Procent Eisen im Kupfer befindet, welches bei den mehrsten Roh- oder Schwarzkupfern der Fall ist; so geschieht die Scheidung im Großen durch das sogenannte Gaarmachen, indem das Kupfer im Gaarheerd eingeschmolzen, und mit einer hinreichenden Menge von Kohlen vor dem Gebläse so flüssig als Wasser erhalten wird, wobei sich das Eisen, als das leichtere Metall, auf die Oberfläche begiebt, durch den darüber streichenden Wind stärker, als das Kupfer, verschlackt, und in Verbindung von etwas Kupferschlacke mit der Krücke abgezogen wird, bis das Kupfer nach einem zwei- oder dreimaligen Abziehen der Schlacke rein zum Vorschein kommt. Auch dieser Proceß, von welchem Schlüter, Cramer und andere Metallurgen nähere Auskunft geben, gehört nicht hierher. — Im Kleinen läßt sich die Abscheidung bewirken, wenn man das Kupfer mit etwas Borax auf einen vor dem Gebläse bis zum Weißglühen erhitzten Scherben trägt, es sehr schnell einschmelzt, einige Minuten lang mit frisch zugesetztem Borax treiben läßt und dann in feuchtem Gestübbe schnell abkühlt. Sollte das Kupferkorn noch nicht geschmeidig genug seyn, keine gute Farbe haben, oder vom Magnet gezogen werden, so muß man diesen Proceß einigemal wiederholen, weil das Eisen schneller, als das Kupfer, vom Borax verschlackt wird. Doch auch das ist ein Gegenstand der Probirkunst.

Wenn das Eisen nicht mehr als 1 oder 2 Procent Kupfer enthält, so ist es sehr schwer, sich auf dem trockenen Wege vom Kupfergehalt Ueberzeugung zu verschaffen. Zwar habe ich oben (§. 119, 2.) bemerkt, daß sich das Kupfer beim Schmelzen des kupferhaltigen Eisens immer mit seiner gewöhnlichen Farbe äußerlich als eine dünne Haut ansetzt; allein bei Versuchen im Kleinen

läßt

läßt sich dies nicht gut beobachten. Bessere Aufschlüsse erhält man durch den nassen Weg. — Wenn dagegen sehr wenig Eisen mit dem Kupfer verbunden seyn sollte, so zeigt der Magnet den Eisengehalt augenblicklich an, und ein geübtes Auge findet ihn durch das Ansehen auf dem Bruch. Härte und Geschmeidigkeit geben kein sicheres Anhalten, aber bei dem vorhin angeführten Proceß des Schmelzens oder Gaarmachens mit Borax giebt sich der Eisengehalt sogleich durch die schwarze Farbe der Schlacke zu erkennen, nur muß die Probe nicht bis zum Verschlacken des Kupfers fortgesetzt werden.

§. 145. Von der Scheidung des Kupfers vom Eisen auf dem nassen Wege.

1. Aus dem kupferhaltigen Eisen.

Wenn der Kupfergehalt des Eisens so unbedeutend ist, daß man ihn mit dem Auge nicht auffindet, so muß man auf folgende Art verfahren:

a. Kleine Körnchen oder Feilspäne von solchem Eisen müssen mit einer starken alkalischen Lauge, welche man einigemale eintrocknen und wieder von selbst an der feuchten Luft zerfließen läßt, übergossen werden. Zeigen sich dann nur im geringsten grüne Flecken, so enthält das Eisen gewiß Kupfer, denn wir werden weiter unten (§. 214, 2.) sehen, daß die Alkalien das Eisen nicht im geringsten, wohl aber das Kupfer angreifen. Wenn man daher kupferhaltiges Eisen mit Salmiakgeist digerirt, so giebt sich der Kupfergehalt durch die Farbe, welche die Flüssigkeit annimmt, zu erkennen.

b. Bei der Auflösung des Gemisches in Salpetersäure läßt sich zwar aus der ins Grüne spielenden gelben Farbe der Auflösung auf den Kupfergehalt schließen; ein auffallenderes Kennzeichen erhält man aber, wenn man die Auflösung mit vielem Wasser verdünnt und dann einige Tropfen Salmiakgeist zusetzt. Es kommt

dadurch nämlich eine augenblickliche blaue Trübung zum Vorschein, die aber eben so schnell wieder vergeht, indem das Eisen als vorwaltend mit einer gelblichbraunen Farbe niedergeschlagen wird.

c. Noch sicherer erfährt man den Kupfergehalt, wenn man das Eisen in Vitriolsäure auflöst, die Auflösung mit Wasser verdünnt und ein blankes Eisen hineinstellt, welches man bald wieder herausnehmen und abspülen muß. War Kupfer vorhanden, so zeigt es sich sogleich als eine dünne metallische kupferfarbne Haut auf dem Eisen. Durch dieses Mittel läßt sich auch der Kupfergehalt im gewöhnlichen grünen Eisenvitriol (wovon man sich beim Gebrauch in den Färbereien, in der Medicin, und wenn der Vitriol zum Niederschlagen des Goldes gebraucht werden soll, Ueberzeugung verschaffen muß) leicht auffinden. Die Chemiker haben noch mehrere Mittel aufgefunden, allein die angeführten reichen vollkommen hin.

Eben diese Mittel, durch welche sich ein geringer Kupfergehalt im Eisen auffinden läßt, nämlich das Niederschlagen durch Alkalien und durch blankes Eisen, dienen auch dazu, beide Metalle von einander zu scheiden. Unter den Alkalien, welche das Eisen niederschlagen und das Kupfer wieder auflösen, habe ich hier zwar nur das flüchtige Alkali genannt, weil es die schnellste Wirkung hervorbringt, indem es die Auflösung zuerst blau färbt, dann das Eisen mit brauner Farbe niederschlägt und durch einen stärkeren Zusatz das beigemischte Kupfer mit einer schönen blauen Farbe wieder auflöst; allein die mehrsten fixen Alkalien, z. B. das fixe Pflanzenalkali, besonders eine sehr starke laugenartige Auflösung der gereinigten Pottasche im Wasser, zeigen dieselbe Wirkung. Beim Zusatz dieser Lauge zu einer kupferhaltigen Eisenauflösung scheint sich zuerst alles niederschlagen zu wollen, wenn aber sehr viel Lauge, etwa 50 bis 60mal so viel, als die Auflösung beträgt, vorhanden ist, so darf

man

man die Mischung nur stark umschütteln und dann einige Stunden lang ruhig stehen lassen, indem sich das Eisen alsdann als ein hellbrauner Kalk zu Boden setzt, das Kupfer aber in der obenstehenden Flüssigkeit mit einer dunkleren oder helleren grünen Farbe, je nachdem mehr oder weniger Kupfer mit dem Eisen verbunden war, aufgelöst bleibt. Das Eisen läßt sich durch diese Methode ganz rein abscheiden. Das Kupfer kann aus dieser alkalischen Auflösung durch Säuren geschieden werden, wenn man nämlich nur so viel Säure zutröpfelt, als zur Zersetzung der Auflösung nöthig ist; wird aber mehr Säure zugesetzt, so löst sich das Kupfer wieder auf. Mineralalkali schlägt zwar das Eisen ebenfalls nieder, aber auch zugleich etwas Kupfer, welches sich nachher nicht leicht wieder im Alkali auflöst. Kaustische Soda verhielt sich eben so. Die Blutlauge schlägt beide Metalle nieder. Es versteht sich von selbst, daß diese Scheidungsmethode durch Alkalien im Großen nicht anwendbar, sondern daß sie nur ein Gegenstand der Probirkunst auf dem nassen Wege ist.

Die zweite Methode, das Kupfer durch reines Eisen niederzuschlagen, ist nicht allein ein sicheres Mittel für die Probirkunst, sondern auch mit Vortheil im Großen anzuwenden, um das Kupfer aus seinen Auflösungsmitteln zu fällen. Das Verfahren im Kleinen habe ich schon oben (c) angedeutet. Soll das Kupfer dadurch aber ganz genau abgeschieden werden, so muß man die Auflösung etwas mit Wasser verdünnen, und das blanke Eisen so lange in derselben hin und her bewegen, bis sich die Kupferhaut so stark angesetzt hat, daß sie abfallen will, worauf man sie in einem anderen, mit Wasser angefüllten Glase abbürstet, das Eisen dann wieder in die Auflösung stellt, von neuem abbürstet und wieder hineinstellt, bis sich kein Kupfer mehr ansetzen will. Die Kupfertheilchen werden hierbei aber unvermeidlich immer mit etwas schwarzem Schlamm oder Rost vom Eisen

Bibliothek München

verunreiniget, vorzüglich wenn man genöthiget iſt, ein oder mehrere Eiſenbleche lange in der Auflöſung liegen zu laſſen. Dieſer Roſt läßt ſich indeß wegen ſeiner Leichtigkeit durch behutſames Schlämmen mit Waſſer von den Kupfertheilchen trennen, welche alsdann getrocknet, gewogen, mit Leinöl und Harz zu einem Klump gemacht und mit einer Umgebung und unter einer Decke von Kohlenſtaub in einem Tiegel durch ein ½ſtündiges Blaſen vor dem Gebläſe zuſammengeſchmolzen werden. Nach dem Erkalten findet man das Kupfer zu einem kleinen Korn reducirt, von welchem man den Kohlenſtaub abkratzen und das Korn mit ſchwarzem Fluß, Glas und Kochſalz in einem mit Seife ausgeriebenen Tiegel wieder umſchmelzen muß.

Die Eigenſchaft des Eiſens, das Kupfer aus einer vitrioliſchen Auflöſung niederzuſchlagen, und an deſſen Stelle von der Säure aufgelöſt zu werden, hat Veranlaſſung gegeben, aus den vitrioliſchen Waſſern, die ſich in den Kupfergruben durch die Erze ſeigern, und außer dem Eiſen auch noch viel Kupfer aufgelöſt enthalten, den Kupfergehalt mit bedeutendem Vortheil durch das Niederſchlagen mit reinem metalliſchem Eiſen zu gewinnen. Vorzüglich werden auf dieſe Art zu Neuſohl und Chemnitz in Ungarn jährlich einige hundert Centner Kupfer gewonnen, indem man die Stollenwaſſer durch mehrere lange, 1 Fuß breite und eben ſo tiefe Gerinne leitet, und bei einem geringen Gefälle möglichſt viele Sümpfe anzulegen ſucht. Die Gerinne und Sümpfe werden mit allerlei Stücken von Gußeiſen, oder noch beſſer von geſchmiedetem Eiſen (wozu die Blechabſchnittel vorzüglich gute Dienſte leiſten würden) angefüllt, ſo daß ſich das Grubenwaſſer nach und nach durch die Eiſenabfälle ziehen, und auf denſelben ſeinen Kupfergehalt abſetzen muß. Alle viertel Jahre werden die Sümpfe ausgeſchlagen, das Kupfer von dem Eiſen abgewaſchen und das letztere dann wieder in die Sümpfe gethan,

gethan, in denen es ſo lange benutzt wird, bis es endlich verzehrt iſt. Man nennt ſolche Anlage ein Cementirwerk und den erhaltenen Kupferſchlamm Cementkupfer. Dieſes Cementkupfer muß durch Waſchen und Schlämmen mit Waſſer ſo viel, als möglich, von dem vielen anhängenden Eiſenroſt gereiniget und dann geſchmolzen werden, welches am ſicherſten durch die Schwarzkupferarbeit geſchieht, indem man das Cementkupfer dem geröſteten Stein bei der letzten Röſtung zuſetzt. Zu Neuſohl ſoll der Kupfergehalt des Grubenwaſſers ſo ſtark ſeyn, daß hineingelegte rein gefeilte Schmiedearbeiten, z. B. Hufeiſen u. ſ. f., in einem Zeitraum von einigen Jahren nicht allein auf der Oberfläche, ſondern auch ſogar durch und durch aufgelöſt werden, und daß ſtatt des Eiſens ganz verhärtetes Kupfer abgeſetzt wird, ſo daß man die Waare für eine Kupferarbeit hält, welches bei Ununterrichteten zu der Meinung der Verwandlung des Eiſens in Kupfer Anlaß gegeben hat. Es iſt aber doch merkwürdig, daß ſich das Kupfer dann am reinſten, feſteſten und dauerhafteſten auf dem Eiſen anſetzt, wenn das kupferhaltige Waſſer tropfenweiſe auf das Eiſen fällt, welches ſich, außer in den Gruben ſelbſt, in denen das Waſſer immer tropfenweiſe durchſeigert, nicht füglich bewerkſtelligen läßt. Gahn hat ein ſolches Cementwerk zu Fahlun mit nicht unbedeutenden Koſten, aber mit vieler Umſicht angelegt; es giebt aber wegen des geringen Kupfergehalts des Grubenwaſſers nicht viel Ausbeute.

Marggraf führt (chem. Schr. S. 255.) einen merkwürdigen Verſuch an, durch den er das eben Angeführte zwar beſtätiget, indem er zeigt, daß eine kupferhaltige Vitriolauflöſung durch Kochen mit Waſſer in einem eiſernen Gefäß, oder mit hineingeſtelltem Eiſen, den Kupfergehalt auf dem reinen Eiſen abſetzt, und daß der reine Eiſenvitriol demnächſt aus der Auflöſung durch Kryſtalliſiren gewonnen werden kann; aber auch zugleich

darthut, daß umgekehrt durch das Kochen des reinen Eisenvitriols mit Wasser in kupfernen Gefäßen, oder mit hineingestelltem Kupfer, alles Eisen niedergeschlagen und statt desselben reiner Kupfervitriol erhalten wird. Eben dies ist auch der Fall, wenn man die Auflösung des Eisenvitriols mit granulirtem Kupfer digerirt, denn wenn man sie nachher mit mehrerem Wasser verdünnt, so fällt das Eisen als ein Ocker zu Boden und das Kupfer bleibt, mit etwas Eisen verbunden, in der Auflösung, welche eine grüne Farbe besitzt, zurück. Das reguliniſche Eisen schlägt daher nicht allein das Kupfer nieder, sondern das Kupfer kann auch, wenn es sich im Zustande der vollkommenen Metallität befindet, das Eisen unter der Bedingung, daß das letztere bis zu einem gewissen Grade kalcinirt wird (welches immer der Fall ist, wenn die Auflösung des Eisenvitriols erwärmt, oder gar bis zum Kochen erhitzt wird), aus seiner Auflösung niederschlagen. Dies läßt vermuthen, daß die ausgemittelten Verwandtschaftsgesetze zwischen den Metallen und Säuren Ausnahmen gestatten und noch mehrere Versuche erfordern, um zu sichern Schlußfolgen zu gelangen. Die Gesetze selbst müssen aber doch bleiben, wenn man die Nebenumstände nur gehörig zu berücksichtigen und zu erklären versteht, weil sonst auch die klarsten und unbestreitbarsten Wahrheiten geleugnet werden könnten *).

2. Aus

*) Daß das oxydirte Kupfer das Eisen aus den Auflösungen in Säuren in der Regel niederschlägt, also zu ihnen eine größere Verwandtschaft hat, als das oxydirte Eisen, ist jetzt bekannt. Reguliniſches Kupfer kann die Eisenauflösungen aber nur dann theilweise zersetzen, wenn sich das Eisen als Oxyd — und nicht als Oxydul — in der Auflösung befindet. Das Kupfer verwandelt das Eisenoxyd in Oxydul, und das auf diese Weise oxydirte Kupfer schlägt eine correspondirende Menge Eisenoxydul aus der Säure nieder. Reguliniſches Silber und schwefelsaures Eisenoxyd geben dieselbe Erscheinung; es entsteht schwefelsaures Silber- und Eisenoxydul. Kocht man salzsaures Eisenoxyd in silbernen Pfannen, so werden diese angegriffen und es entsteht salzsaures Eisenoxydul u. s. f.

2. Aus dem eiſenhaltigen Kupfer.

Wenn das Kupfer vorwaltet und nur ſo wenig Eiſen enthält, daß man es an der Farbe und Härte kaum merken, und nur durch den Magnet auffinden kann, ſo ſcheidet man es auf dem naſſen Wege bei den Proben im Kleinen:

a. Wenn man das Kupfer in reiner ſtarker Salpeterſäure, unter Mitwirkung der Hitze, die bis zum Aufkochen der Flüſſigkeit verſtärkt werden muß, auflöſt und nicht mehr Säure nimmt, als höchſtens zur Auflöſung des Metalles erfordert wird, damit ſie nicht im Uebermaaß vorhanden bleibt. Wenn man dieſe Auflöſung dann ruhig hinſtellt und ſich ſetzen läßt, ſo wird ſie zuerſt trübe, und dann ſchlägt ſich das Eiſen mit ſeiner gewöhnlichen Roſtfarbe zu Boden, ſo daß man die Flüſſigkeit abklären und den Niederſchlag mit warmen Waſſer auswaſchen, trocknen und wiegen kann. Iſt der Eiſengehalt etwas beträchtlicher, ſo iſt der Erfolg dieſer Methode noch ſicherer.

b. Wird jene Auflöſung mit Waſſer verdünnt, ſo läßt ſich das Eiſen aus derſelben auch durch Zink niederſchlagen. Weil ſich aber das durch das Zerfreſſen des Zinks entſtehende Pulver mit dem Eiſenocker vermengt, ſo ſcheint die Abſcheidung auf dieſe Art nicht ganz reinlich zu ſeyn.

c. Eben ſo läßt ſich auch das Kupfer aus jener ſehr verdünnten Auflöſung durch reines Eiſen niederſchlagen, und dadurch ganz vollkommen vom Eiſen trennen. Im Großen iſt dieſe Scheidungsmethode indeß nicht füglich anzuwenden, ſondern das Gaarmachen auf dem trockenen Wege (§. 144, 2.) behält den Vorzug.

d. Ein Eiſengehalt im blauen Kupfervitriol giebt ſich durch die ſchwarze oder dunkle Farbe, welche augenblicklich durch den Zuſatz von Galläpfeldekokt entſteht, oder auch dadurch zu erkennen, daß man die Auflöſung des Vitriols im Waſſer mit Salmiakgeiſt ſättiget, welcher

cher das Kupfer mit einer blauen Farbe auflöst, das Eisen aber als einen grünlichen Kalk niederschlägt. War der Vitriol eisenfrei, wie z. B. der Cyprische, so giebt er keinen solchen Niederschlag.

§. 146. Vom Verhalten des Eisens mit Zinn beim Zusammenschmelzen.

Weil das Eisen in Verbindung mit Zinn in der Natur vorkommt, indem sich kaum ein Zinnerz finden läßt, in welchem das Eisen nicht in erd- oder steinartiger Gestalt, oder in einem vererzten Zustande befindlich wäre, so sollte man daraus auf die Möglichkeit schließen, beide Metalle, die sich durch den Schmelzproceß oft nur sehr schwer von einander trennen lassen (wie die sogenannten Härtlinge auf den deutschen Zinnwerken beweisen), durch das Zusammenschmelzen mit einander verbinden zu können. Dennoch findet man aber in den chemischen Schriften sehr wenig über das Verhalten dieser Verbindungen, so daß noch neulich ein deutscher Künstler die Behauptung aufstellte, daß die Verbindung dieser beiden Metalle zwar noch gänzlich unbekannt sey, daß das Gemisch aber zu Kochgefäßen ganz vorzüglich gut gebraucht werden könne, weil es nicht die Untugenden des gewöhnlichen zinnernen Geschirres an sich habe, indem es weder abfärbe, noch einen Zinngeruch verbreite, noch so leicht abgenutzt werden könne, weil es härter sey u. s. f. Ob alle diese Behauptungen mit der Erfahrung übereinstimmen, läßt sich aus folgenden Versuchen entnehmen.

Cramer führt (in seiner Metallurgie) vom Zinn nur ganz kurz an: „Wenn man Eisenfeilspäne oder dünne Blechabschnitte in einem Tiegel mit einer Decke von Kohlenstaub glühend macht, und dann Zinn zusetzt, so erhält man in einer starken Schmelzhitze ein sprödes, weißes Metall von ungleicher Dichtigkeit, weil sich das

Ei-

Eisen beim Erkalten gröſstentheils wieder abscheidet, jedoch so, daſs das eine Metall immer etwas von dem anderen zurückbehält." — Diese Bemerkung hat ihre völlige Richtigkeit, wenn man beide Metalle etwa zu gleichen Theilen zusammenschmelzen will. Wenn dem Eisen aber nicht mehr Zinn zugesetzt wird, als es aufzulösen vermag, oder wenn das Zinn keinen stärkern Zusatz von Eisen erhält, als es aufgelöst halten kann, so bekommt man im ersten Fall immer eine spröde, und im letzten Fall eine geschmeidige Mischung. Den Beweis geben folgende Versuche, von denen ich zuerst diejenigen, bei denen das Eisen vorwaltend war, und dann die, bei denen das Zinn vorwaltete, mittheilen werde.

1. Funfzig Ct. oder 10 Roheisenbohrspäne und 5 Ct. oder 1 englisch Zinn, wurden in einem Tiegel ohne Fluſs, bloſs mit einem Zusatz von Kohlenstaub dergestalt geschmolzen, daſs das Zinn auf den Boden des Tiegels gelegt und mit Kohlenstaub bedeckt ward, und über demselben der Roheisenbohrspan gleichfalls mit einer Decke von Kohlenstaub zu liegen kam. Nachdem ich in einem Windofen $\frac{1}{2}$ Stunde lang die stärkste Hitze gegeben hatte, war das Eisen so vollkommen geschmolzen und mit dem Zinn verbunden, daſs es als Wasser in den Einguſs lief. Im Ganzen hatte das Gemisch 14 Procent am Gewicht verloren, war äuſserlich blank und ohne alle Spur von anhängendem Glühspan, statt dessen aber oben mit feinen reiſsbleiartigen Schuppen bestreut, welche vom Magnet nicht gezogen wurden; verhielt sich sehr spröde und hart, und hatte einen hellgrauen dichten Bruch, wie der feinste Guſsstahl. Vom Magnet ward es eben so stark, als reines Eisen, angezogen. — Acht Loth zerpulverter Brennstahl und $1\frac{1}{4}$ Zinn wurden mit dem oben (§. 124.) beschriebenen Schmelzglase ohne allen Gewichtsverlust zusammengeschmolzen und in einer Platte ausgegossen, die durch Schleifen und Poliren eine gute Politur annahm, und nach 2jährigem Liegen an einem

einem feuchten Ort keinen Rost angesetzt hatte. Gegen die Feile verhielt sie sich außerordentlich hart, war aber übrigens so fest, daß sie Schläge mit dem Hammer vertrug, ohne zu brechen, und von der Hammerbahn auch Eindrücke annahm.

2. Es wurden 10 Roheisen und 3 Zinn mit schwarzem Fluß, etwas Kohlenstaub, Glas und Salz im Windofen zusammengeschmolzen. Beim Ausgießen in den Einguß sprühte die Mischung Eisenfunken, weshalb man den ganzen Gewichtsverlust, der 24 Procent betrug, auf Rechnung des Eisens schieben kann, so daß das Gemisch eigentlich nur aus 5 Eisen und 3 Zinn zusammengesetzt seyn konnte. Es war völlig gleichartig, verhielt sich ganz hart unter dem Hammer und ließ sich durchaus nicht schmieden, sondern zerbrach bei einem starken Schlage und hatte einen eben so dichten Bruch, als der feinste Gußstahl. Es ließ sich feilen, und erhielt mit dem Polirstahl eine blanke Oberfläche, welche die gewöhnliche Eisenfarbe hatte. Uebrigens färbte dies Gemisch auf Leinwand und an den Händen ab, und hatte den gewöhnlichen Zinngeruch. Vom Magnet ward es wie reines Eisen gezogen.

3. Vier Theile Roheisen und 1 Zinn gaben beim Zusammenschmelzen mit eben solchem Fluß, bei einem geringen Gewichtsverlust, ein dem vorigen fast ganz ähnliches Metallgemisch, welches einen sehr dichten Bruch hatte und spröde war, sich unter dem Hammer und gegen die Feile etwas härter verhielt und eine weißere Farbe besaß.

4. Gleiche Theile Zinn und Stahl wurden mit schwarzem Fluß u. s. w. in einer starken Hitze geschmolzen und in einem Einguß ausgegossen. Das ganz gleichartige Gemisch hatte eine weiße Farbe, war spröde, im Bruch stahldicht, mit angelaufenen gelben und goldfarbenen Flecken, ließ sich gut feilen und schaben, und bekam durch die Bearbeitung mit dem Polirstahl einen

recht

recht guten Glanz. Große Späne davon wurden noch vom Magnet gezogen; es hatte beim Schmelzen 4 Procent am Gewicht verloren. — Bei einem andern Versuch wurden gleiche Theile graues Roheisen und Zinn bloß mit einem Zusatz von Glas und etwas Kohlenstaub durch ein 15 Minuten lang anhaltendes Blasen geschmolzen. Die Hitze war aber diesmal zu schwach gewesen, um beide Metalle vollkommen mit einander verbinden zu können; das Eisen lag, als ein für sich bestehendes Korn, vom Zinn umgeben, und ließ sich von demselben durch einen Hammerschlag trennen, obgleich es mit Zinn, so wie umgekehrt das Zinn mit etwas Eisen, durchdrungen war, welches sich durch den Magnet sehr deutlich zu erkennen gab. Nachher fand ich auch zufällig, daß das angewandte Glas bleihaltig gewesen war, wodurch die Probe weniger zuverlässig ausfallen mußte.

5. Acht Theile Roheisen und 10 Zinn wurden mit schwarzem Fluß und Glas in einer starken Hitze geschmolzen und dann ausgegossen. Sie verloren durch den Abbrand, der größtentheils aus Eisen bestand, 14 Procent, so daß das Gemisch etwa aus 1½ Theilen Eisen und 2 Zinn bestand. Auf dem Bruch hatte es das Ansehen des feinsten Stahls; es kam in seinem Verhalten mit No. 3 sehr überein, verhielt sich etwas weicher gegen Feile und Hammer, war aber dennoch ganz spröde. Etwas Zinn hatte sich als eine dünne Haut um die Oberfläche gelegt.

6. Zwei Loth oder 1 Theil Roheisen und 4 Loth oder 2 Theile Zinn. Das Eisen lag auf dem Boden des Tiegels mit Kohlenstaub, grünem Glas und etwas englischem Braunstein bedeckt. Als das Glas bei einer starken Hitze im Windofen geschmolzen war, ward das Zinn zugesetzt, und nach einer viertel Stunde ließ sich das Gemisch als eine Platte ausgießen. Beim Zerschlagen ergab sich, daß sich die Metalle nicht mit einander verbun-

bunden hatten, sondern daß das Eisen als ein feiner Stahl in der Mitte lag, und vom Zinn, welches etwas mit Eisen durchdrungen war, so daß die Späne vom Magnet gezogen wurden, umgeben ward. Durch ein abermaliges Umschmelzen mit Flußglas und mit bloßem Glas erhielt ich einen recht dünnen Fluß ohne allen Gewichtsverlust; das Gemisch hatte aber dieselbe Beschaffenheit behalten, das Eisen lag nämlich in der Mitte und war vom Zinn umgeben. Die Schlacke, oder das Glas, war undurchsichtig und hatte eine schöne mineralgrüne Farbe, so daß der Fluß ganz zweckmäßig gewählt war. — Bei einem anderen Versuche wurden gleiche Theile von beiden Metallen mit einem Fluß aus Borax, Glas und Kochsalz geschmolzen, allein es ließ sich ebenfalls keine genauere Vereinigung bewirken. Um nun zu versuchen, ob vielleicht ein kleiner Antheil von Schwefel die Verbindung befördern könne, nahm ich einen Ct. Eisenfeilspäne, die zur Destillation des Queckſilbers aus Zinober gebraucht, also mit etwas Schwefel durchdrungen waren, und zwei Ct. Zinn, und brachte sie vor dem Gebläse in einer Zeit von 20 Minuten, mit einem Zusatz von Borax, Glas, Kohlenstaub und Kochsalz, in Fluß, wodurch ich einen Regulus von 247 Pfund erhielt, so daß also durch den Abbrand etwa 18 Procent verloren gegangen waren. Das Gemisch schien ganz gleichartig, etwas geschmeidig und so hart wie Silber zu seyn. Mit dem Schabeeisen ließ es sich, obgleich etwas schwer, bearbeiten, und erhielt durch den Polirstahl einen guten Glanz. Große Späne wurden vom Magnet angezogen.

7. Drei Theile Roheisen und 10 Zinn gaben beim Zusammenschmelzen mit schwarzem Fluß, Glas und Kochsalz ein äußerlich ziemlich gleichartiges halbgeschmeidiges Gemisch, welches einen stahldichten, aber etwas gröberen Bruch hatte, als die Gemische 4 und 5. Es verhielt sich wie hartes Zinn, hatte aber inwendig an

ver-

verschiedenen Stellen kleine harte Eisenkörner, welche die Bearbeitung erschwerten.

8. Ein Ct. Roheisen und 10 Ct. Zinn wurden auf die nämliche Art zusammengeschmolzen, und verloren durch den Abbrand im Ganzen $5\frac{1}{2}$ Procent. Das Gemisch schien ganz gleichartig zu seyn, ließ sich auch sehr dünne ausschmieden, ohne Kantenbrüche zu bekommen, enthielt aber eine Menge kleiner runder Eisenkörner, die über den vierten Theil des Eisens betrugen. Bringt man den ganzen Abbrand von 30 Pfund bloß auf Rechnung des Eisens, welches wohl am richtigsten ist, und rechnet dann noch $\frac{1}{4}$ Ct. oder 25 Pfund, als in Körnern zerstreut, hinzu, so beträgt dies zusammen 55 Pfund. Werden diese 55 Pfund von den zum Versuch angewendeten 100 Pfunden abgerechnet, so bleiben nur 45 Pfund Eisen, welche sich mit den 1000 Pfund Zinn verbunden haben können. Daraus folgt: daß zur Auflösung von einem Theil Roheisen 22 Theile Zinn erforderlich sind, um ein völlig gleichartiges Gemisch zu erhalten, wobei das Zinn etwas härter, als gewöhnlich, wird *). Große Späne von diesem Zinn wurden, ungeachtet des geringen Eisengehaltes, noch vom Magnet gezogen. Uebrigens hatten alle diese Gemische (das Gemisch No. 1, in welchem sich 10mal so viel Eisen als Zinn befindet, allein ausgenommen) die gewöhnliche Eigenschaft des Zinnes, die Leinwand und die Hände zu beschmutzen, und den eigenthümlichen unangenehmen Geruch zu verbreiten. Die auffallendste Veränderung, welche schon durch einen geringen Eisengehalt hervorgebracht ward, war die, „daß das Zinn dadurch die Eigenschaft, beim Biegen zu knistern, verlor.“ Dieses Knistern hält man für

*) Bergman erhielt beim Zusammenschmelzen des Zinn mit Eisen immer zwei bestimmte Verbindungen; die eine aus 21 Zinn und 1 Eisen und die zweite aus 2 Eisen und 1 Zinn. Die erste ist hämmerbar, härter als Zinn, aber nicht so glänzend; die zweite ließ sich wenig hämmern und war zu hart, um sich mit dem Messer fletschen zu lassen.

für ein Kennzeichen des guten Zinnes, es ist aber um so unzuverläßiger, als das reinste Malacca-Zinn beim Biegen nicht knistert, obwohl man beim Fletschen zwischen den Zähnen etwas ähnliches bemerkt.

9. Um das Verhalten des Eisens mit kalcinirtem Zinn zu erfahren, brachte ich reine Zinnäsche in einen Tiegel, und stellte zwei kleine Stangen von Brennstahl und ein Stück geschmeidiges Eisen dergestalt hinein, daß etwa die Hälfte der Stangen frei über der Zinnasche hervorragte, worauf dieselben mit gebranntem Kalk bis zur gänzlichen Anfüllung des Tiegels umgeben wurden. Der mit einem Deckel verschlossene Tiegel ward darauf in einen gewöhnlichen kleinen Gießofen gestellt, in welchem er 4 Stunden lang in einer ziemlich starken Hitze stehen blieb. Nach dem Erkalten fand ich die Stahlstücken zu einer sehr weißen, harten, undichten, porösen und spröden Masse niedergeschmolzen, und außerdem noch etwas schwarze Schlacke. Das Stück Stabeisen war zwar nicht geschmolzen, aber von dem reducirten Zinn durchdrungen, so daß es eine silberweiße Oberfläche und einen funkelnden Bruch hatte, und nur noch in der Mitte eine ganz feine Eisenader übrig geblieben war. Es geht hieraus hervor, wie leicht sich das Zinn mit dem Eisen und Stahl verbindet, wie es das Phlogiston des Eisens anzieht, um sich selbst zu reduciren, und wie viel es zum leichteren Schmelzen des Eisens und Stahls beitragen kann.

10. Die eben angeführten und weiter unten beim Verzinnen des Eisens in der Schmelzhitze noch vorkommenden Versuche, veranlaßten mich zu einem Versuch, das Eisen in einer starken Hitze mit Zinn zu übergießen. Ein Stück reingefeiltes Eisen ward mit einem dünnen Leinüberzug versehen, ganz dick mit geraspeltem Zinn und etwas Salmiak bestreut, in einem Gemenge von Thon und Pferdemist eingehüllt, dann getrocknet und etwa $\frac{1}{4}$ Stunde, oder so lange, als zum gewöhnlichen

Lö-

Löthen mit Kupfer erforderlich ist, der Wirkung des Gebläses ausgesetzt. Nach dem Erkalten hatte das Eisen eine bläulichschwarze Oberfläche, und war mit einer feinen und ganz harten Schlackenhaut umgeben, die nach einigen Hammerschlägen absprang. Unter dieser Haut war das Eisen silberweiß, und durch das eingedrungene Zinn so blank und hart geworden, daß der Grabstichel, der bei der Arbeit einen sehr knarrenden Ton von sich gab, kaum darauf wirken wollte. Scheidewasser machte auf der gehärteten Oberfläche einen geringen und langsamen Angriff, so daß das Eisen auf diese Art vielleicht sehr gut gegen das Rosten bewahrt werden kann.

§. 147. Vom Verhalten des Eisens mit Zinn und anderen Metallen zugleich.

1. Die vorigen Versuche haben gezeigt, daß der Schwefel die genauere Verbindung des Zinnes mit dem Eisen einigermaßen befördert. Um auch die Wirkungen des Arseniks zu erfahren, nahm ich zwei Ct. Roheisen, 12 englisch Zinn und 2 weißen Arsenik, mengte etwas Leinöl und Kohlenstaub zu, bedeckte das Gemenge mit schwarzem Fluß, Flußglas, Glas und Salz, schmolz es bei einer starken und schnellen Windofenhitze, und goß es im Einguß aus, worauf ich fand, daß es gar keinen Abbrand erlitten hatte. Das Zinn war sehr hart, etwas spröde und in kleinen Spänen dem Magnet folgsam geworden; es befanden sich aber viele kleine harte Eisenkörner darin zerstreut, die sich mit dem Zinn nicht hatten vereinigen wollen, obgleich sie übrigens völlig geschmolzen waren. Zu kleinen Gußwaaren, zu Schnallen, Beschlägen und ähnlichen Sachen, scheint dies Metallgemisch sehr brauchbar zu seyn, nur nicht zu Gefäßen, welche zur Bereitung der Speisen dienen sollen.

2. Wie sich das Eisen mit Zinn und Kupfer zusammengeschmolzen verhält, haben wir oben (§. 142, 4, k) gese-

gesehen. Alle Metallmischungen, in denen sich Kupfer und Zinn befinden, sind spröde, hart, und nur zu kleinen Glocken und überhaupt zu solchen Gußwaaren anwendbar, die zu ihrer Vollendung weder der Feile noch des Hammers bedürfen.

3. Drei Ct. Roheisen, 1 Zinn und 1 Wismuth, zusammen 500 Pfund, wurden in 10 Minuten vor dem Gebläse mit schwarzem Fluß, Glasgalle, Glas, Kohlenstaub und Salz geschmolzen. Das Gemisch wog 464 Pfund, war aber sehr unvollkommen, weil sich der größte Theil des Zinnes mit dem Wismuth vereinigt hatte, und nur sehr locker an dem Eisen hing, welches etwas vom Zinn durchdrungen und ganz hart und stahldicht geworden war, auch dasselbe Ansehen hatte, als wenn es nach gewöhnlicher Art mit bloßem Zinn zusammengeschmolzen wäre. Auffallend war es, daß sich der Eisenstab, mit welchem ich das Gemisch umrührte, ganz blank und weiß, und zwar so stark und haltbar verzinnte, daß sich die Verzinnung auch durch das Glühen nicht verlor. Die Schlacke hatte eine schwarze Farbe.

4. Ein halber Ct. Roheisen, 2 Zinn und 2 Wismuth wurden mit einem Fluß, aus schwarzem Fluß, Glas und Kohlenstaub bestehend, vor dem Gebläse in 15 Minuten zu einem gleichartigen, ganz weißen, aber sehr spröden und kaum halbgeschmeidigen Gemisch geschmolzen, welches in kleinen Spänen vom Magnet gezogen ward. Beim Zerschlagen fanden sich indeß noch einige kleine, unaufgelöst gebliebene Eisenkörnchen. Das Glas oder die Schlacke hatte eine dunkle, sehr grasgrüne Farbe. Der Abbrand betrug nur 18 Pfund. Gleiche Theile von den obigen Metallen gaben zwar auch eine ähnliche Mischung, aber $\frac{3}{4}$ vom Eisen blieben in Zinn und Wismuth unaufgelöst liegen.

5. Gleiche Theile Roheisen, Zinn und Blei wurden (mit dem Fluß 4) in 12 Minuten vor dem Gebläse in Fluß gebracht; ein großer Theil Eisen blieb in dieser zu

gerin-

geringen Hitze ungeschmolzen, indeß hatten sich doch etwa 6 Procent mit dem Zinn und Blei verbunden, welche sich auch durch das Anziehen kleiner Späne vom Magnet zu erkennen gaben. Um wo möglich eine innigere Verbindung bei einer stärkern Hitze zu bewirken, hielt ich eine gleiche Quantität von demselben Metall 20 Minuten lang vor dem Gebläse. Das Eisen war nun zwar völlig geschmolzen, lag aber größtentheils ganz abgesondert in der Mischung von Zinn und Blei eingehüllt, welche, nach den Erscheinungen, die der Magnet darbot, zu urtheilen, eine ziemliche Quantität Eisen enthielt, aber sonst ganz geschmeidig und etwas härter war, als eine Mischung von diesen beiden Metallen zu seyn pflegt.

6. Gleiche Theile Eisen, Zinn und Spiesglanzkönig wurden mit demselben Fluß in einer Zeit von 15 Minuten eingeschmolzen, und erlitten dabei 4 Procent Abgang. Die Mischung war ganz weiß und gleichartig, aber spröde, im Bruch grobkörnig und dem Magnet folgsam. Die Schlacke war olivenfarbig. Spiesglanzkönig ist also eins der besten Mittel, um die Verbindung des Zinnes mit dem Eisen zu befördern.

7. Gleiche Theile Stahl, Spiesglanzkönig und Wismuth schmolzen ohne einen Zusatz von Fluß und ohne Abbrand, sehr leicht zu einem weißen aber ganz spröden Gemisch, welches nach außen am stärksten wismuthhaltig zu seyn schien, obgleich kleine Späne von den Außenflächen noch vom Magnet gezogen wurden. Das Gemisch ward nachher mit viermal so viel Zinn versetzt, womit es sich bei einem sehr niedrigen Schmelzgrade leicht zu einer gleichartigen Mischung verband, die eine ganz weiße Farbe und die Härte des feinen Silbers hatte, aber zugleich so spröde war, daß sie sich nicht schmieden ließ, und auf dem Bruch das körnige Ansehen von grobem Stahl zeigte. Es roch nach Zinn und

schmutz-

schmutzte auch eben so ab, fiel aber im Guß gut aus. Die Späne wurden vom Magnet gezogen.

8. Ein Theil Stahl ward mit 16 Zinn zusammengeschmolzen, und dann wurden noch 8 Zink zugesetzt. Das Gemisch fiel eben so hart, gleichartig und weiß, als das vorige, aus, und war noch nutzbarer, weil es sich etwas schmieden ließ, ehe es brach. Es roch auch nicht so stark, als das vorige, und schien zu allen solchen Gußwaaren anwendbar zu seyn, die ein hartes Zinn erfordern und nur wenig gehämmert werden dürfen. Sehr starke Späne wurden noch vom Magnet angezogen. Vielleicht kann man dem Zinn durch den Zusatz von Zink allein, mit Weglassung des Eisens, völlig dieselbe Härte ertheilen, indeß habe ich mich davon durch Versuche nicht überzeugt.

9. Zwei Theile Stahl, 1 Messing und 32 Zinn, gaben ein fast eben so gleichartiges, weißes und halbgeschmeidiges Gemisch, als das vorige war, nur schien es etwas weicher zu seyn. Der Magnet zog sehr starke Späne davon.

10. Ein Theil Stahl, 10 Zinn, 2 Spiesglanz und 6 Zink wurden bloß mit etwas Kohlenstaub zusammengeschmolzen, und gaben ein völlig so weißes, aber etwas härteres und weniger geschmeidiges Gemisch, als das vorige war. Zu Knöpfen, Schnallen, Beschlägen, Messerheften und zu ähnlichen Gußwaaren ist es indeß sehr brauchbar. Der Magnet zeigte ebenfalls eine starke Wirkung darauf.

11. Acht Theile Stahlpulver, 5 fixer Arsenik, 5 reguliniſcher Arsenik und 40 Zinn wurden mit Kohlenstaub zusammengeschmolzen, wobei ein Abbrand von 4 Theilen wegen des Arseniks erfolgte. Die Mischung ward auf einer Platte ausgegossen; sie war ziemlich hart, sehr weiß und halbgeschmeidig, hatte ein völlig gleichartiges Ansehen, ohne abgesonderte Eisenkörner, und einen bläulichgrauen feinkörnigen Bruch. Die untere

Flä-

Fläche, welche sich an der kalten eisernen Form abgeschreckt hatte, verhielt sich etwas härter gegen die Feile, etwa wie weiches Eisen; die obere Fläche war aber zinnhaltiger, und verhielt sich wie hartes Zinn. Der Magnet zog die Späne von beiden Flächen, vorzüglich aber von der unteren. Die Mischung fällt im Guß sehr gut aus, und scheint die beste von allen weißen und geschmeidigen Metallmischungen zu seyn, die sich zu mancherlei Hausgeräthen, z. B. zu Leuchtern, Lampen, Verzinnungen, Beschlägen u. s. f., aber nicht zu Kochgeschirren, sehr gut anwenden läßt, obgleich sie bei einer starken Reibung ebenfalls abfärbt und nach Zinn riecht. Durch einen größeren Zusatz von Arsenik und Eisen wird die Mischung zwar etwas härter, aber auch zugleich spröder, weshalb man sich nach der Anwendung, die man von dem Gemisch machen will, richten muß.

12. Ein Theil Stahl, 10 Zinn und 1 Wismuth wurden auf eben die Art, wie die vorigen Gemische, zusammengeschmolzen; der Stahl ward nämlich zuerst glühend gemacht, und die übrigen Metalle wurden dann mit einer Bedeckung von Kohlenstaub zugesetzt. Das Gemisch fiel gleichartig und ziemlich geschmeidig aus, indeß war es weniger geschmeidig und zugleich härter und weißer, als reines Zinn; es schmutzte ebenfalls ab, und verbreitete auch den Zinngeruch. Der Magnet zog die Schabespäne stark an.

§. 148. Vom Nutzen der Eisen- und Zinnmischungen.

Die angeführten Versuche zeigen, daß Eisen mit wenig Zinn, und Zinn mit wenig Eisen ein sehr gleichartiges Gemisch geben, und daß diese beiden Metalle zu gleichen Theilen, oder in einer diesem Verhältniß nahe kommenden Quantität, nur dann zu einem innigen Gemisch mit einander verbunden werden können, wenn eine

dritte Substanz als Anneigungsmittel hinzu kommt, und dies Mittel ist entweder Schwefel, Arsenik, oder vorzüglich Spiesglanzkönig. In allen Fällen entsteht aber immer eine spröde Mischung. Es sind bei diesen Gemischen folgende Umstände zu berücksichtigen:

1. Das zinnhaltige Eisen, welches nicht mehr als $\frac{1}{8}$ Zinn und darunter enthält, ist sehr hart und dicht, wie der feinste Gußstahl; es hat die Eigenschaften mit dem Stahl gemein, daß es die feinste Politur annimmt und mit Kieseln feine rothe Funken giebt, die den Schwamm fast eben so gut, als mit einem guten Feuerstahl, entzünden. Das spec. Gewicht ist 7,889. Mit einem verstählten Hammer nimmt das Gemisch Eindrücke an, ohne leicht Risse zu bekommen. Es würde also wahrscheinlich zu den sogenannten lionischen Ziehscheiben, bei Anfertigung des feinsten vergoldeten Silberdraths, sehr anwendbar seyn. Daß diese Ziehscheiben, die vorzüglich in Lion gemacht werden sollen, wirklich aus einem solchen Gemisch bestehen, will ich nicht behaupten, sondern gern zugeben, daß der Schmelz- oder Gußstahl für sich allein dahin gebracht werden kann, daß er neben seiner Härte auch eine gewisse geschmeidige Weichheit erhält, ohne dabei gehärtet zu seyn. Diese Vermuthung wird dadurch noch wahrscheinlicher, daß sich jene ausländischen Goldziehscheiben nach dem Glühen eben so als anderer Stahl im Wasser härten lassen. Weil ein Gemisch aus wenig Zinn mit Stahl aber eben diese Eigenschaften hat, und in Rücksicht der Dichtigkeit des Bruchs den feinsten gewöhnlichen Stahl übertrifft, so konnte ich jene Art der Benutzung nicht unbemerkt lassen, obgleich ich noch keine Gelegenheit gehabt habe, Versuche darüber anzustellen. Eine zweite merkwürdige Eigenschaft dieses Gemisches ist die, daß eine blankgeschliffene Scheibe (§. 146, 1.) in einem feuchten Raum länger als ein Jahr liegen konnte, ohne zu rosten, ob-

gleich

gleich andere polirte und geschliffene Stahlarbeiten unter denselben Umständen sehr vom Rost gelitten hatten. Dies Gemisch scheint daher zu allen feineren Arbeiten, zu Verzierungen und Stahlspiegeln, sehr anwendbar zu seyn, denn es schmelzt leichter, als Roheisen, für sich allein, es hat eine weißere Farbe, es drückt sich in der Form sehr gut aus, ist im höchsten Grade dicht, nimmt eine schöne Politur an, und schmutzt weder so ab, noch verbreitet es den unangenehmen Zinngeruch, wie alle diese Mischungen, bei denen der Zinngehalt vorwaltet. Noch eine Eigenschaft des zinnhaltigen Eisens ist die, daß es einen eben so guten Klang, als das Glockenmetall hat, weshalb ich auch den Versuch anstellte, etwas Zinn mit geschmolzenem Roheisen zu verbinden, und aus diesem Gemisch eine Glocke in Sand zu gießen. Die Glocke fiel zwar fehlerhaft aus und konnte nicht gebraucht werden, weil das Eisen beim Vermischen mit dem Zinn zu sehr erkaltete, indeß ward dadurch doch die Möglichkeit, dem Eisen einen größeren Klang als gewöhnlich mitzutheilen, erwiesen. Wenn die Zeit es mir erlaubt hätte, so würde der Fehler des ersten Versuchs bei einem zweiten ganz gewiß vermieden worden seyn.

2. Eisenhaltiges Zinn, oder Zinn, welches nicht über $\frac{1}{20}$ Eisen enthält, besitzt auch einige gute Eigenschaften; es ist nämlich, wenn nicht mehr, doch wenigstens eben so geschmeidig, als reines Zinn, und dabei ein wenig härter; es wird von den Pflanzensäuren weniger angegriffen, und ist daher zu Speisegeschirren der Gesundheit gewiß weniger nachtheilig, als eine Beimischung von Blei oder Kupfer. Der Eisengehalt bewirkt aber andere Nachtheile, die sich nicht leicht beseitigen lassen; wenn die Hitze nämlich nicht so stark ist, daß das Eisen in einen vollkommenen Fluß kommen kann, so fällt der Guß matt und ungleichartig aus; das Metall füllt die Formen nicht gehörig und das Eisen scheidet sich

aus. Bei einer starken Hitze erleidet das Zinn aber einen zu starken Abbrand, oder das Gemisch müßte mit einem reducirenden Fluß bedeckt werden, welches aber unbequem und kostbar ist. Wenn aber auch dies alles beseitiget würde, so läßt sich doch die Eigenschaft, zu schmutzen und unangenehmen Zinngeruch zu verbreiten, nicht aufheben. Es ist also kaum zu erwarten, die zinnernen Gefäße durch einen Eisenzusatz zu verbessern, besonders weil das eisenhaltige Zinn zum Verzinnen nach der gewöhnlichen Methode nicht gebraucht werden kann.

3. Ein Gemisch aus Eisen, Zinn und Spiesglanzkönig (§. 147. b.) kann als ein sprödes weißes Metall zu mancherlei Gußwaaren benutzt werden, so auch das Gemisch No. 7. Ein größerer Zinnzusatz bewirkt eine größere Geschmeidigkeit, aber auch eine größere Weichheit des Gemisches. No. 8. ist in dieser Rücksicht zu empfehlen; verlangt man aber eine härtere Mischung, so muß man No. 10. wählen.

4. Der Versuch §. 146, 10. zeigt, daß sich das Eisen in der Schmelzhitze mit Zinn überziehen oder inkrustiren läßt, daß es dadurch gegen alle Angriffe des Rostes geschützt wird, eine sehr große Härte erhält, die es gegen alle Abnutzung sichert und eine sehr gute Politur annimmt. Von dieser Erfahrung würde sich daher bei einigen Eisenarten eine gute Anwendung machen lassen.

§. 149. Von dem Verfahren, Eisen und Zinn zu scheiden.

1. Auf dem trockenen Wege.

Weil die Anziehung beider Metalle in der Schmelzhitze, wie wir vorhin gesehen haben, sehr groß ist, so läßt sich wohl vermuthen, daß dem Hüttenmann die Scheidung des Eisens vom Zinn, wenn sie in einem und demselben Erz zugleich vorkommen, oft sehr beschwerlich seyn kann, besonders wenn das Erz weniger

Zinn

Zinn als Eisen enthält, weil das letztere mit ausgebracht werden muß, um das Zinn völlig zu gewinnen. Deshalb sucht man auf großen Werken die eisenhaltigen Erze und Fossilien, z. B. Wolfrahm, Eisenrahm, Schörl u. s. f. möglichst genau von den Zinnerzen auszuhalten, und unterwirft diese (nachdem sie durch Pochen und Waschen, oder Siebsetzen, von den leichteren Bergarten befreit worden sind) einer starken Röstung im Kalcinirofen. Durch dieses Rösten oder Brennen werden der Schwefel und der Arsenik, als die Anneigungsmittel zwischen Zinn und Eisen, größtentheils verjagt, und das Eisen wird zweckmäßig vorbereitet, indem es sich in dieser Schmelzhitze zu reduciren und zu frischen anfängt, wodurch es die Eigenschaft, flüssig zu werden, verliert, und das Zinn daher Gelegenheit erhält, sich abzusondern und allein auszuschmelzen. Das Eisen behält aber noch immer etwas Zinn zurück; eben so ist aber auch das Zinn nie von einem Rückhalt an Eisen frei. Deshalb ist das deutsche Zinn, welches aus eisenhaltigen Erzen, Zinngraupen und Zwittern ausgebracht wird, nie so vollkommen rein und fein, als das beste englische Zinn, welches man aus weniger eisen- und kieshaltigen Erzen gewinnt. Das englische Zinn, welches bei Holzkohlen in Schachtöfen geschmolzen ist, pflegt man dem bei Steinkohlen in Flamm- oder Reverberirösen ausgebrachten Zinn vorzuziehen. Die Engländer reinigen ihr Zinn, oder befreien es von dem beigemischten Kupfer und Eisen im Großen dadurch, daß sie es in einer sehr geringen Hitze bei Holz oder Steinkohlenflamme niederschmelzen lassen. Das Eisen kommt bei dieser geringen Hitze nicht in Fluß, sondern wird verschlackt, und bleibt als ein unbrauchbarer Abgang zurück, während das sich ausgeseigerte Zinn allmälig durch ein von Gestübbe gemachtes geneigtes Gerinne in einen untergesetzten Tiegel, oder in einen leeren ebenfalls mit Gestübbe bedeckten Heerd abfließt. Aus diesem Vorheerd

wird

wird es in eiserne Formen gekellt, die nach den verschiedenen Graden der Feinheit des Zinnes verschieden gestaltet sind.

Im Kleinen läßt sich die Scheidung nach **Löhneis** oder **Cramer** dadurch bewerkstelligen, daß man das eisenhaltige Zinn, oder das reiche Zinnerz, in die in einer Kohle gemachte Grube legt, und es mit einer anderen Kohle dergestalt bedeckt, daß man zwischen beiden Kohlen mit dem Gebläse zu der erwähnten Grube (von welcher ein abschüssiges Gerinne, oder ein Einschnitt zu einem Gefäß führt) gelangen kann. Die Kohle wird dann mit anderen schon glühenden Kohlen umgeben, und durch ein mittelmäßig starkes auf das Gemisch gerichtetes Gebläse entzündet, wodurch das Zinn ausschmelzt und in das abgewärmte Gefäß fließt, das Eisen und die Schlacken aber zurückbleiben. Ein geringer Zinngehalt läßt sich indeß auf diese Weise, wenn das Eisen sehr vorwaltet, nicht genau ausbringen, und man thut in diesem Fall besser, das Gemisch über brennendes Fichtenholz und Harz niederzuschmelzen, wodurch das Zinn am leichtesten vom Eisen gereiniget werden kann. Der Zutritt der Luft ist dabei aber immer nothwendig.

2. Auf dem nassen Wege.

Wenn dem Zinn wenigstens 2 bis 3 Procent Eisen beigemischt sind, so zeigt der Magnet den Eisengehalt gewiß an. Die Scheidung auf nassem Wege läßt sich dann aber nur im Kleinen und nicht im Großen vornehmen. Die Verfahrungsarten dabei können sehr verschieden seyn.

a. Wenn eine geringe Quantität von zinnhaltigem Eisen, oder von eisenhaltigem Zinn, in reine, von aller Salzsäure freie Salpetersäure gethan wird, so löst sich das Eisen bei einer gelinden Wärme vollkommen auf, das Zinn hingegen wird nur zu einem weißen Pulver zer-

zerfressen, welches von der klaren Auflösung durch Filtriren getrennt, und von der anhängenden Säure durch Aussüßen mit warmem Wasser befreit, alsdann getrocknet und endlich mit schwarzem Fluß und Harz reducirt wird. Sollte der Bodensatz der ersten Auflösung noch etwas schwärzlich seyn, so deutet dies auf noch nicht aufgelöstes Eisen, welches durch einen stärkeren Zusatz von Salpetersäure aufgelöst werden muß. Das gewöhnliche Scheidewasser pflegt immer etwas Salzsäure zu enthalten, und dann löst es auch etwas Zinn mit auf, weshalb es zu diesen Versuchen nicht eher gebraucht werden kann, als bis die Salzsäure durch Fällung mit Silber ausgeschieden ist.

b. Im Königswasser löst sich sowohl das Eisen, als auch das Zinn auf. Wenn zu einer solchen Auflösung eine mit reinem Wasser stark verdünnte Auflösung von Kupfer-, Eisen- oder Zinkvitriol gesetzt wird, so entsteht eine Trübung, und das Zinn fällt wegen der doppelten Wahlverwandtschaft als ein weißer Kalk, oder als Zinnvitriol zu Boden. Vitriolsäure allein bewirkt auch bei der stärksten Verdünnung keinen Niederschlag.

c. Die concentrirte Vitriolsäure löst das Zinn in der Wärme mit der Zeit auf und zerfrißt das Eisen zu einem weißen Salz. Durch einen Zusatz von Wasser wird das Zinn, welches in der verdünnten Säure nicht aufgelöst bleiben kann, nach und nach niedergeschlagen, und bildet eine Art von Zinnvitriol; das Eisen löst sich dagegen vollkommen auf.

d. Der geringste Eisengehalt einer Zinnauflösung in Königswasser, oder in Salzsäure, giebt sich durch hinzugetröpfelte Blutlauge sogleich durch einen blauen Niederschlag zu erkennen. Eine Scheidung der Metalle ist dadurch aber nicht zu bewirken, weil die Blutlauge beide niederschlägt, zuerst das Eisen mit blauer und dann das Zinn mit weißer Farbe. Letzteres schwimmt zwar

zuerst

zuerst oben auf, allein es mengt sich bald mit dem blauen Niederschlage.

§. 150. Vom Verzinnen des Eisens.

Wir haben oben (§. 146.) gesehen, wie das Eisen in einer starken Hitze mit Zinn inkrustirt und zum Theil durchdrungen werden kann. Es bleibt daher noch die Untersuchung übrig, wie die Oberfläche des Eisens in einer geringeren Hitze, nämlich bei einem Hitzgrade, in welchem nur das Zinn allein in Fluß kommt, mit Zinn bedeckt oder überzogen wird. Diese Bedeckung nennt man die **Verzinnung**. Das verzinnte Eisen ist den Wirkungen des Rostes weit weniger ausgesetzt. Aus der Anziehung, die das Zinn gegen das Eisen äußert, geht hervor, daß die Verzinnung als eine Löthung des Zinnes mit der Oberfläche des Eisens anzusehen ist.

Die Hauptsache beim Verzinnen besteht darin, das Eisen von aller Bedeckung mit Glühspan, Rost und anderen Unreinigkeiten zu befreien, oder die Oberfläche des Eisens im höchsten Grade rein und blank darzustellen, und das Zinn nicht zu stark zu erhitzen, es auch durch die Bedeckung mit brennbaren Körpern, z. B. mit Talg, Harz oder Pech, gegen die Entstehung einer Aschenhaut, die sich sonst beim Einschmelzen des Zinnes bilden würde, zu schützen. Die Verzinnung wird besonders bei den dünnen Dachblechen und Klempnerarbeiten, und bei allerlei Schmiedewaaren, die gegen das Rosten geschützt werden sollen, zu Hausgeräthen, Fenster- und Thürbeschlägen, Zäumen, Steigbügeln, Nägeln und ähnlichen Arbeiten angewendet. In den §§. 5. 15 haben wir gesehen, wie die Oberfläche des Eisens durch Beizen mit sauren Auflösungsmitteln, oder durch Feilen gereinigt werden kann. Das Beizen wird gewöhnlich bei Eisenblechen und Kochgeschirren, und das Feilen bei den anderen Schmiedearbeiten angewendet. Ueber die

Me-

Methode des Verzinnens sind mehrere gedruckte Abhandlungen vorhanden. Eine kurze Anweisung findet man in Sprengels Handwerken und Künsten V. 153. und in Beaumer's Experimentalchemie. v. Justi hat in seinen chemischen Schriften I. 87. mit mehr Ausführlichkeit als Gründlichkeit über das Verzinnen der Bleche geschrieben. Auch in meiner Abhandlung von der Verfeinerung des Eisens ist mehreres hierher gehöriges angeführt. Der Raum gestattet mir hier keine Ausführlichkeit, indeß will ich doch die Erfahrungen und Versuche über diesen Gegenstand kurz zusammen fassen.

Wir haben oben (§. 15.) bei der Reinigung und Befreiung der Oberfläche des Eisens vom Glühspan durch das Beizen gesehen, daß es nicht einerlei ist, welche Säure man dazu anwendet, weil die Säure die Oberfläche des Eisens nicht allein blank machen, sondern auch die Eigenschaft haben muß, das Zinn leicht annehmen zu lassen, welches nicht geschehen würde, wenn die Säure mit erdartigen oder metallischen Theilen verbunden ist, die sich beim Beizen auf das Eisen niederschlagen. Deshalb ist der grüne Vitriol, dessen überschüssige Säure das Eisen sonst wohl angreifen würde, wegen des sich zugleich niederschlagenden Ockers nicht anwendbar. Alaun ist zwar auch ein Beizmittel, er läßt aber seine Thonerde fallen *). Kochsalz giebt eine rostige Oberfläche und läßt etwas Bittererde fallen, Salzsäure allein ist zu kostbar. Urin befördert mehr den Rost, als die Reinigung, Salpeter ist unwirksam, und Salpetersäure, deren Anwendung Justi ohne alle Erfahrung vorschlägt, schadet theils durch die Zerstörung des Phlogistons des Eisens, welches man nothwendig zu erhalten suchen muß, theils durch das Fallenlassen des Ockers, so-

*) Das beste Beizmittel ist verdünnte Vitriolsäure, deren Anwendbarkeit in ökonomischer Rücksicht durch die jedesmaligen Getreide- und Vitriolöl-Preise bestimmt wird. Reinliche und schnelle Arbeit machen sie sehr empfehlungswerth. Bleierne Beizgefäße sind den hölzernen alsdann vorzuziehen.

sobald sie neues Eisen auflöst. Unter den Neutral- und Mittelsalzen leistet eine Salmiakauflösung im Wasser die besten Dienste. Der Salmiak beizt nämlich nicht allein den Glühspan von der Oberfläche des Eisens weg, sondern erhält die Eisenfläche beim Verzinnen in der Wärme auch blank, und macht sie zur Aufnahme des Zinnes geschickt, indem das Oelige im flüchtigen Alkali das Phlogiston des Eisens beschützt, während die Salzsäure den im Entstehen begriffenen Rost abhält und das Zinn anquickt, und zur Verbindung mit dem Eisen geschickt macht. — Nächst der Salmiakauflösung ist unter den Pflanzensäuren die Säure am besten und wohlfeilsten, welche durch das Gähren des zerschrotenen Getreides mit Wasser an einem warmen Ort entsteht, so wie auch die Trebern von Brandweinbrennern, oder der Brandweinschlamm, welche Säuren auch gewöhnlich angewendet werden. Außerdem sind auch die durch die Destillation von allen Holzarten zu gewinnenden Säuren wegen ihrer Wohlfeilheit und wegen ihrer guten Wirkung beim Beizen zu empfehlen, indem sie nach meinen Versuchen auch die Bedeckung und Befestigung des Zinnes auf dem Eisen befördern. Saure Molken lassen sich ebenfalls anwenden.

Sobald der Glühspan durch einige Tage fortgesetztes Beizen in der Wärme gelöst ist, wird er mit Sand und einem Lappen bis zum Blankwerden der Fläche abgescheuert *) und rein abgespühlt, das gereinigte Blech in reines Wasser getaucht, um den Rost abzuhalten, der sogleich beim Zutritt der Luft entstehen würde, und die Eisenwaaren nicht eher aus dem Wasser genommen, als in dem Augenblick, wenn es in das geschmolzene Zinn gebracht werden soll **). Beim Verzinnen der Ble-

*) Das ganze Geheimniß, schöne verzinnte Bleche darzustellen, besteht in der gänzlichen Wegschaffung alles Glühspans und aller schwarzen, so genannten Aschenflecke.

**) Das Wasser muß ganz rein seyn und mit einigen Tropfen Vitriolsäure versetzt werden, so daß es einen nur so eben bemerkbaren säuerlichen Geschmack erhält.

Bleche wendet man zur Bedeckung des flüssigen Zinnes in Deutschland Talg an; in der schwedischen Fabrik zu Stjernsund, in welcher allerlei Hausgeräthe (Schalen, Leuchter, Teller, Schüsseln u. s. f.) von schwarzem Blech angefertigt, dann gebeizt und verzinnt werden, braucht man zur Bedeckung des Zinnes bloß reinen Theer, der sich in der Hitze zu Pech verdickt und mit den geringsten Kosten zu einer gleichförmigen, dauerhaften Verzinnung beiträgt. Die Sporer und Gürtler bedecken das Zinn mit Harz, und so bald die gebeizte Arbeit aus dem Wasser genommen wird, bestäuben sie dieselbe mit einem Pulver aus Harz und Salmiak, und bringen sie sogleich in das geschmolzene Zinn, welches in der Quantität vorhanden seyn muß, daß die Arbeit vollkommen eingetaucht werden kann. In dem Zinn muß die Arbeit so lange liegen, bis sie die Temperatur des geschmolzenen Zinnes, welches nur in diesem Wärmegrad auf dem Eisen haftet, angenommen hat. Alsdann wird sie umgewendet, ausgehoben, besehen, und wenn sie gut verzinnt ist, zum Abkühlen weggestellt, worauf mit dem Verzinnen neuer Eisenwaaren fortgefahren wird. Bei dieser ersten Operation ist das Zinn sehr ungleich und nur tropfenweise auf der Eisenfläche vertheilt, weshalb die Arbeit zum zweitenmal in die Zinnpfanne kommt. Man faßt jedes Stück einzeln mit der Zange, und taucht es nur einige Augenblicke in das geschmolzene Zinn, als ob man es abspülen wollte, damit die ungleichen Stellen und die Tropfen flüssig werden, und die Verzinnung gleichförmig und blank erscheint. Uebung, Fertigkeit und ein geübtes Auge sind durchaus nöthig, wenn die Verzinnung gelingen soll.

Ganz vorzüglich ist darauf zu sehen, daß das Zinn beim Schmelzen in einer mittelmäßigen Wärme erhalten wird. Bei einer zu geringen Wärme wird es matt und dick; in einer zu starken Hitze erhält es eine ins blaue schillernde Haut, welche sich beim Eintauchen des Eisens

auf

auf der Fläche ansetzt und die Stelle unverzinnt läßt. Alle Sachen müssen mit der dünnsten Seite zuerst in das Zinn gebracht werden. Ein Blech z. B. darf nicht mit der flachen Seite, sondern es muß auf der Kante eingetaucht werden, weil sonst nur die untere, aber nicht die obere Seite verzinnt werden würde. Statt des Bepuderns der Eisenwaaren mit Salmiak vor dem Verzinnen ist es viel wohlfeiler, die Waare vorher in eine Auflösung von 4 Loth Salmiak in 1 Quart Wasser zu tauchen. Das Verfahren, den Salmiak auf glühenden Kohlen verbrennen zu lassen, und die Eisenarbeit in den Rauch zu halten, thut zwar gute Dienste, ist aber zu kostbar. Es hat mir nicht glücken wollen, eiserne Gefäße nach Art der kupfernen Geschirre bloß inwendig mit wenig Zinn zu verzinnen, ohne sie in geschmolzenes Zinn einzutauchen *). Will man das Eisen an einigen Stellen unverzinnt lassen, so braucht man diese Stellen nach dem Beizen nur mit einem guten Leinölfirniß zu bestreichen, und nach der in §§. 131. 229. angegebenen Methode einzubrennen, worauf die gewöhnlichen Arbeiten des Scheurens, Eintauchens in Salmiakwasser und des Verzinnens in der Zinnpfanne vorgenommen werden, indem alsdann nur die blanken aber nicht die bestrichenen Stellen einen Zinnüberzug erhalten. Auf diese Art kann man alle Kochgeschirre auswendig erst 2 bis 3mal überstreichen (wozu der Bernsteinfirniß beim Lakiren der japanischen Arbeiten (§. 18.) ganz vorzüglich gute Dienste thut), dann in einem zweckmäßig eingerichteten Ofen einbrennen und endlich beim Eintauchen bloß inwendig verzinnen. Durch diese Methode erhält die äußere Fläche nicht allein ein schönes Ansehen, sondern sie wird auch gegen den Rost und gegen den Abbrand geschützt, und es wird dadurch an Zinn erspart.

Ich

*) Eiserne geschmiedete und gegossene Geschirre lassen sich indeß in eben der Art, wie die kupfernen, bloß inwendig verzinnen.

Ich habe mehrere Versuche angestellt, dem Zinn einen Zusatz von anderen Metallen zu geben, theils um eine schöne, blanke und ebene Verzinnung zu erhalten, theils um dem Zinn mehr Härte und Widerstand gegen die Angriffe der Säuren mitzutheilen. Das reine englische Zinn für sich allein gab einen weißen aber etwas unebenen und nicht sehr blanken Spiegel. Es heißt zwar, daß man in England, woselbst bloß eine Auflösung von Salmiakwasser zum Beizen des Eisens genommen wird, völlig reines Zinn zum Verzinnen der Eisenbleche anwenden soll; allein ich habe in dem Zinn, welches ich von einem sehr schön verzinnten, gewalzten, englischen Blech von bläulicher Farbe abschmelzen ließ, gegen 8 Procent Blei gefunden *). 100 Theile Zinn und 16 Blei gaben einen sehr ebenen bläulichweißen Spiegel, bei einem stärkeren Bleizusatz fiel er schlechter aus. 100 Zinn, 5 Blei und $1\frac{2}{3}$ Messing oder Flittergold gaben einen sehr weißen, blanken und haltbaren Spiegel. 100 Zinn und 3 Zink gaben ebenfalls eine gute Verzinnung; ich konnte die Mischung aber nicht so flüssig erhalten, als es nothwendig war; bei mehrerer Uebung wird es wohl besser gelingen. Zink scheint mir immer der beste Zusatz zu seyn, wenn von der Verwahrung des Zinnes gegen die Angriffe der Säuren die Rede ist, denn Blei, Kupfer und Messing sind für Küchengeräthe nicht sehr zu empfehlen. Die Versuche mit anderen Halbmetallen, nämlich mit Wismuth, Quecksilber und Spiesglanzkönig fielen theils schlecht, theils zu theuer aus **).

§. 151.

*) Das von mir untersuchte, von einer schönen englischen verzinnten Blechtafel abgelassene Zinn, war vollkommen rein und enthielt auch keine Spur von Kupfer oder Blei.

**) Ein Zusatz von 5 Procent Spießglanz gab bei den Versuchen auf der Blechhütte zu Jedlitze in Oberschlesien einen viel schöneren Spiegel, als reines Zinn. Ein Zusatz von Zink wollte durchaus nicht gelingen, sondern gab einen sehr matten Spiegel. Auch durch einen Wismuthzusatz erfolgte eine sehr matte Verzinnung.

§. 151. Vom Verhalten des Eisens mit Blei.

Mehrere Metallurgen behaupten, daß sich Eisen und Blei durch das Schmelzen nicht mit einander verbinden lassen. Brandt führt aber in den Abhandl. d. Schwed. Akad. für 1751 an: „daß ein Theil Eisen und 3 Blei, mit etwas schwarzem Fluß und Kohlenstaub versetzt, um den Abbrand zu verhindern und die Schmelzung zu befördern, einen Regulus gaben, der das Ansehen vom Blei hatte, sich schmieden ließ und vom Magnet gezogen ward." Ich habe diesen Versuch ganz nach seiner Vorschrift wiederholt.

1. Es wurden 4 Theile Blei und 1 Roheisen zusammengeschmolzen. Nach der Schmelzung fand ich das Eisen mit dem völligen Gewicht zu einem runden Korn zusammengeschmolzen in dem Bleiregulus theils liegend, theils daraus hervorstehend, als ob es darin schwimme. Das Blei ward nicht im geringsten vom Magnet angezogen, auch hatte das Eisen durchaus kein Blei aufgenommen, sondern ließ sich sehr leicht davon trennen. Brandt hat also entweder einen Handgriff anzugeben vergessen, oder das Verhältniß des Blei ist viel größer gewesen. Wenn man beim Probiren der Eisenerze statt des Flusses ein etwas bleihaltiges Krystallglas anwendet, oder wenn man etwas Bleiglas zusetzt, um die Schmelzung und die Reduktion des Eisens zu einem reinen Korn zu befördern, so wird man das Bleikorn immer abgesondert für sich allein, und nur auf der einen Seite mit dem Eisenregulus verbunden finden; es hängt dem Eisenkorn aber nie so stark an, daß man es nicht mit einem Messer davon trennen könnte, auch ist das Eisen durchaus nicht mit Blei durchzogen. Bei einer geringeren Hitze, als zu den Eisenproben nöthig ist, oder bei einem mir unbekannten Handgriff könnte vielleicht etwas Eisen mit dem Blei verbunden bleiben, indeß hat mir diese Vereinigung nie glücken wollen. Wenn man Eisenfeilspäne

spåne mit Blei zusammenschmelzt, so wickelt sich das Blei überall ein, wodurch scheinbar eine ganz gleichartige Masse entsteht, die vom Magnet gezogen wird; bei genauerer Untersuchung findet man aber, daß die Feilspåne im Blei zerstreut liegen, so daß von keiner vollkommenen Verbindung die Rede seyn kann.

2. Es wurden gleiche Theile Roheisenbohrspåne und Bleiglas (welches aus 2 Theilen Glätte und 1 Kieselmehl bestand), in einem bedeckten Tiegel, bloß mit einem Zusatz von Kochsalz, vor dem Gebläse innerhalb 15 Minuten geschmolzen. Nach dem Erkalten fand ich das Eisen zum Theil zu mehreren halbgeschmeidigen Körnern zusammengeschmolzen; auch die Glätte hatte sich durch das Eisen zu vollkommenem geschmeidigem Blei, welches in kleinen Spånen ziemlich stark vom Magnet angezogen ward, reducirt. Beim Hämmern und Schmieden zeigte es sich viel härter und widerstrebender als reines Blei; auch enthielt es mehrere Eisenkörner eingewickelt, von denen sich das Blei bei gelindem Flammenfeuer rein abseigete, und die als reines Eisen, welches die merkwürdige Eigenschaft besaß, daß es sich kalt hämmern ließ und auf dem Bruch stahlartig war, zurückblieben. Der Bleikalk kann das Eisen also dadurch in einem geschmeidigen Zustand versetzen, daß er dem Roheisen das zu seiner Reduktion erforderliche überflüssige Brennbare bis zu dem Grade entzieht, daß es in den geschmeidigen Zustand übergeht. Das Blei kann folglich durchaus nicht die Ursache des Kaltbruchs beim Eisen seyn, wie einige Metallurgen behaupten wollen. Daß sich das Bleiglas durch das Phlogiston des Eisens reducirt, geht augenscheinlich aus folgendem Versuch hervor. Es wurden gleiche Theile Bleiglas und kalcinirter, vom Magnet nicht anziehbarer Eisensafran zusammengeschmolzen, wobei ich bloß eine schwarze undurchsichtige Schlacke erhielt, welche vom Magnet etwas angezogen ward, ohne eine Spur von reducirtem Blei zu bemerken, welches

ches sich bei der Anwendung des dephlogistisirten Eisenkalkes auch erwarten ließ.

3. Um zu erfahren, ob sich die Verbindung beider Metalle durch die Reduktion aus ihren Kalken besser bewerkstelligen lassen würde, nahm ich 3 Ct. Mennige und ½ Ct. ganz verschlacktes und zerpulvertes Eisen, vermengte beides mit schwarzem Fluß, etwas Glasgalle und Krystallglas, brachte das Gemenge in einen Tiegel, bedeckte es mit abgeknistertem Kochsalz, und behandelte es 15 Minuten, wie eine Kupferprobe, vor dem Gebläse. Der bleiische Regulus, den ich erhielt, wog 2½ Ct.; er war mit einem olivenfarbenen Glase bedeckt, und obgleich die Späne davon nicht stark vom Magnet gezogen wurden, so war er doch härter, als gewöhnliches Blei und mußte also ziemlich viel Eisen aufgelöst haben.

Aus diesem und mehreren anderen Versuchen geht hervor, daß das Blei allerdings einen Eisengehalt haben, oder daß viel Blei durch Reduktion der metallischen Kalke etwas Eisen auflösen kann. Dagegen habe ich nie die zuverlässige Erfahrung machen können, daß sich viel Eisen mit wenig Blei verbindet, oder daß ein bleihaltiges Eisen erzeugt würde, obgleich sehr häufig Bleiglanze mit Eisenerzen zusammenbrechen, wie dies bei einigen Dannemorer Erzen von der sogenannten Silberbergsgrube, und bei den Eisenerzen von Utö der Fall ist. Diese Erze geben ein gutes geschmeidiges Eisen, indem der geringe Bleigehalt in die Hohenofenschlacke geht, und sich zuweilen durch die gelbe Farbe zu erkennen giebt. Der Nutzen einer durch das Zusammenschmelzen zu bewirkenden Verbindung des Eisens mit dem Blei ist übrigens so wenig bekannt, daß es überflüssig seyn würde, mehrere Versuche deshalb anzustellen; auch ist die Verbindung beider Metalle so unvollkommen, daß das Blei schon bei einem schwachen Flammenfeuer in Fluß kommt und sich vom Eisen abseigert. Auf dem nassen Wege

lassen

lassen sich beide Metalle sehr leicht von einander scheiden, indem sich das Blei bekanntlich in Vitriolsäure geradezu nicht auflöst. Wenn sich Eisen und Blei aber in einer und derselben Säure, in Scheidewasser oder in Pflanzensäure aufgelöst befinden, und wenn diese Auflösung mit starker oder schwacher Vitriolsäure versetzt und dann mit Wasser verdünnt wird, so verbinden sich die Vitriolsäure und das Blei zu einem schwerauflöslichen Salz, welches als Bleivitriol zu Boden fällt; die Salzsäure wird frei und verbindet sich mit der übrigen Eisenauflösung. Jener Niederschlag läßt sich nicht allein durch reine Vitriolsäure, sondern auch durch alle Salze, welche diese Säure enthalten, z. B. durch Eisen-, Zink- und Kupfervitriol, durch Alaun, Glaubersalz u. s. f. bewirken. Die Säure schlägt sich mit dem Blei nieder, und die Salpetersäure, welche das Blei vorhin aufgelöst hatte, verbindet sich mit der alkalischen, metallischen oder erdigen Grundlage des zum Niederschlag angewendeten Salzes. Auf dieselbe Art und aus demselben Grunde lassen sich auch die Salzsäure und ihre Verbindungen zur Scheidung des Bleies vom Eisen anwenden, indem sich in diesem Fall Hornblei niederschlägt. Durch blankes Eisen läßt sich das Blei aus der Salpetersäure nicht rein niederschlagen, weil es zugleich mit Eisenocker vermengt wird *).

§. 152.

*) Nach Guyton's Versuchen (Ann. de Chimie XLIII. 47.) sollen sich beim Zusammenschmelzen des Eisens mit Blei zwei bestimmte Verbindungen bilden, von denen die eine aus Blei besteht, welches ein wenig Eisen enthält, und die zweite aus Eisen, welches etwas Blei aufgelöst hat. Die näheren Mischungsverhältnisse giebt G. nicht an. — Ein großer Theil des Oberschlesischen Eisens wird aus Erzen erzeugt, die Bleiglanz enthalten, so daß beim Abstechen aus dem Hohenofen oft Blei mit abgelassen wird; es hat mir aber nie gelingen wollen, eine Spur von Blei in dem Roheisen aufzufinden.

§. 152. Vom Verhalten des Eisens mit Blei in Verbindung mit mehreren Metallen.

Wir haben gesehen, daß die Verbindung des Eisens mit Blei zwar möglich, daß sie aber sehr unvollkommen und für die Handwerker und Künstler ohne Nutzen ist. Nothwendig ist es indeß, dieses Verhalten zu kennen, und eben so nothwendig, zu erfahren, ob die Verbindung durch die Hinzukunft eines anderen Metalles, welches als Zwischenmittel wirken könnte, befördert wird, zu welchem Zweck folgende Versuche angestellt wurden:

1. Sprengel giebt in seiner Beschreibung der Künste und Handwerke für die Schriftgießer eine Mischung von 5 Theilen Eisen, 11 Spiesglas und 25 Blei an. Ich versuchte diese Mischung darzustellen, fand aber, was ich erwartet hatte, daß sich das Eisen mit dem Schwefel im Spiesglase zu einem Rohstein verband, welcher eine Decke für das Blei abgab, das sich mit dem metallischen Theil des Spiesglases verbunden und eine feinkörnig glänzende, spröde aber weiche Mischung gebildet hatte, die dem Schriftgießermetall ähnlich war und nur unbedeutend vom Magnet gezogen ward. Ein Theil Blei war mit dem Spiesglasmetall gar nicht in Verbindung gegangen. Die Vorschrift ist also nicht anwendbar. Das richtigste Verfahren scheint mir zu seyn, den auf die bekannte Art durch Eisen dargestellten Spiesglaskönig mit Blei und etwas Messing zusammenzuschmelzen, oder den eisenhaltigen Rohstein, welcher beim Schmelzen eine Decke bildet, wie die Schlacken abzuwerfen. Es ward daher folgender Versuch angestellt.

2. Vier Theile martialischer Spiesglaskönig, 16 Blei und 1 Messing wurden bloß mit etwas Kohlenstaub versetzt und geschmolzen. Es entstand eine sehr gleichförmig fließende, leichtflüssige Masse, welche das Ansehen von hartem Blei hatte und sich auch so verhielt, und

und die sich, ohne Kantenbrüche zu bekommen, nicht lange hämmern ließ, beim Biegen mitten durch brach und auf dem Bruch ein glänzendes, stahldichtes Gefüge, wie das beste Schriftgießermetall hatte. Obgleich der martialische Spiesglaskönig nur sehr wenig Eisen enthalten hatte, so zog der Magnet doch kleine Späne von dieser Mischung sehr merklich an. Das französische Schriftgießermetall pflegt gewöhnlich bloß aus $\frac{4}{5}$ Blei und $\frac{1}{5}$ Spiesglaskönig zu bestehen; durch einen Zusatz von etwas Messing wird es aber dauerhafter.

3. Eine andere Mischung zu Schriftgießermetall versuchte ich aus 1 Theil Eisen, $1\frac{1}{2}$ Kupfer, 2 Zinn und 20 Blei zusammen zu setzen, und erhielt eine gleichartige, unter dem Hammer ziemlich geschmeidige, im Bruch hellgraue und stahldichte Mischung, welche sich unter dem Messer wie hartes Blei verhielt, aber vom Magnet nicht angezogen ward. Auf der Oberfläche hatte sich ein wenig Rohstein angesetzt, weil ich zu diesen drei Versuchen einen und denselben Tiegel angewendet hatte. Ueberhaupt fiel die Mischung im Guß gut aus, obgleich nicht völlig so gut, als die vorige.

§. 153. Vom Nutzen des Eisens beim Bleierzschmelzen.

So wenig Nutzen das Eisen durch das unmittelbare Zusammenschmelzen mit Blei gewährt, so nützlich wird es beim Verschmelzen der Bleierze, um den Schwefel und Arsenik, womit das Blei mineralisirt vorkommt, abzuscheiden und es metallisch darzustellen. Die Bleiglanze lassen sich durch den Röstungsproceß bekanntlich nur sehr schwer von jenen Substanzen trennen, weil sie schon bei einer geringen Hitze, in welcher die Abscheidung des Schwefels noch nicht erfolgen kann, in Fluß kommen. Am leichtesten und sichersten geschieht diese Abscheidung durch Eisen, weil es zum Schwefel und zum Arsenik eine große Verwandtschaft hat.

Bei kleinen Proben ist das Verfahren folgendes: Das rohe pulverisirte Bleierz wird mit der Hälfte gebranntem Borax in einen Tiegel gethan. Der Borax muß unten auf den Boden des Tiegels gelegt und ausgehöhlt werden, um das Erz in die Grube schütten zu können, damit es die Wände des Tiegels nicht berührt. Dann wird das Erz mit einem Tiegel, dessen Boden mit einem Loch versehen ist, bedeckt, und durch dies Loch ein Eisenzain oder ein Stück grober Fensterdrath dergestalt gesteckt, daß das eine Ende desselben in das Erz hineinreicht, das andere Ende aber über dem Decktiegel hervorragt. Die ganze Vorrichtung wird nun vor das Gebläse gebracht, erst glühend gemacht und dann einige Minuten lang stark geblasen, bis man mit dem Eisenzain fühlt, daß alles im Fluß ist, worauf die Hitze noch mehr verstärkt wird. Bemerkt man an dem ausgezogenen Eisenzain, daß er von der geschmolzenen Masse stark angegriffen ist, so kehrt man ihn um und steckt das andere Ende hinein, bis er nicht mehr angegriffen wird, worauf man den Tiegel aus dem Feuer nimmt und erkalten läßt. Der ganze Proceß muß sehr schnell geschehen, damit sich das reducirte Blei nicht wieder verschlackt, welches indeß nicht so bald zu erfolgen pflegt, so lange noch frisches Eisen im Tiegel steht, und das Blei mit Eisenschlacke und Boraxglas bedeckt ist. Wir haben vorhin schon gesehen, daß das Eisen das verkalkte oder verglaste Blei beim Schmelzen zu reduciren im Stande ist, die Verkalkung mag durch Kalciniren oder durch Zerfressen in Säuren entstanden seyn. —

Der Bergmeister Gahn hat mir folgende sehr merkwürdige Erfahrung mitgetheilt: Wenn man reinen Bleikalk oder Bleiweiß mit einer Auflösung von gebranntem Hirschhorn oder Knochenasche in Scheidewasser digerirt, so zieht der Bleikalk die in der Knochenasche befindliche Phosphorsäure an, und verbindet sich so innig damit, daß er sich nicht mehr auf die gewöhnliche

Art

Art, durch einen Zuſatz von ſchwarzem Fluß oder Kohlenſtaub, zu Blei reduciren läßt. Sobald man aber reines Eiſen zuſetzt, welches eine nähere Verwandtſchaft zur Phosphorſäure hat, ſo wird das Blei von der Säure abgeſchieden und in metalliſcher Geſtalt dargeſtellt, wogegen das Eiſen mit der Säure in Verbindung tritt.

Bei den Schmelzproceſſen im Großen würde das Eiſen gewiß mit Nutzen zur Ausſcheidung des Bleies aus dem ſchwefelhaltigen bleiiſchen Rohſtein angewendet werden können; wenn man aber nicht die Abſicht hat, zugleich mit dem Blei auch die edleren Metalle, Gold oder Silber, niederzuſchlagen, ſo ſcheint der Zuſatz von reinem Stabeiſen etwas zu koſtbar zu ſeyn, und mit Roheiſen, Eiſenerzen und Eiſenkalken will der Proceß nicht recht glücken. Wie man das Gold aus dem Eiſen und aus dem Kupfer gewinnen kann, haben wir ſchon oben (§§. 129. 139.) beim Verhalten des Eiſens mit Gold geſehen. Die ganze Kunſt beſteht darin, daß man die Metalle mit dem Blei zugleich durch Schwefel oder Schwefelkies in einen Rohſtein bringt, und das Blei aus dieſem Rohſtein durch reines Eiſen metalliſch niederſchlägt. Das Blei nimmt hierbei die edlen Metalle in ſich auf, von denen es durch Abtreiben auf der Capelle oder auf dem Teſt geſchieden wird *).

§. 154. Vom Verhalten des Eiſens mit Queckſilber.

Aus der flüchtigen Beſchaffenheit des Queckſilbers kann man ſchon ohne alle Verſuche auf die Unmöglichkeit, es durch Zuſammenſchmelzen mit dem ſtrengflüſſigen Eiſen zu verbinden, einen ſichern Schluß machen.

Eben

*) Seitdem Hr. R. dies ſchrieb, hat das Bleihüttenweſen bekanntlich den großen Fortſchritt gemacht, daß die Bleiglanze an den mehrſten Orten nicht mehr geröſtet, ſondern mit Roheiſen (Granulireiſen) verſchmolzen werden. Einen zweiten Fortſchritt erwartet der Bleihüttenmann noch durch die Anwendung der Flammöfen, ſtatt der Schachtöfen.

Eben ſo wenig laſſen ſich aber dieſe beiden einander widerſtrebenden Metalle in einem geringeren Wärmegrad, durch Reiben, oder durch Amalgamiren, mit einander verbinden. Wenn das Eiſen aber erſt mit einem anderen Metall, welches eine Anziehung zum Eiſen und zum Queckſilber zugleich beſitzt, verbunden, oder nur damit überzogen wird, ſo erfolgt zwar eine Verbindung des Eiſens mit dem Queckſilber, welche indeß ſehr unvollkommen iſt. Daher läßt ſich auch, dem äußeren Anſchein nach, der feine und ſehr reine Eiſenfeilſpan, durch Zuſammenreiben mit Queckſilber, im Glasmörſel amalgamiren, wenn man 10 bis 12mal ſo viel Queckſilber als Feilſpäne nimmt, und während dem Reiben eine ſehr verdünnte Auflöſung des blauen Kupfervitriols in Waſſer mit etwas Eſſig (oder das bei Vergoldungen gebräuchliche vorhin beſchriebene Quickwaſſer) zugießt. Es ſchlägt ſich dabei Kupfer nieder, welches die Eiſentheilchen überzieht, und ſich zugleich mit dem Queckſilber zu einem in der trocknen Luft unverändert bleibenden Amalgam verbindet, wenn man die Vitriolſäure mit warmem Waſſer behutſam abwäſcht, und das Amalgam auf reiner Leinwand in der Wärme trocknet. Dieſe Verbindung iſt aber ſo unvollkommen, daß man den Feilſpan ganz unverändert wieder erhält, wenn man das Queckſilber durch Leder preßt, und den Rückſtand von dem noch anhängenden Queckſilber durch Verdampfung befreit.

Nach den Behauptungen mehrerer Schriftſteller ſoll das Eiſen im Queckſilber bald verroſten und ſich dann als Eiſenroſt abſcheiden; wenn man das Amalgam aber gut ausſüßt und trocknet, ſo laſſen ſich die Eiſenfeilſpäne nach Verlauf von einem Jahr noch eben ſo blank, als ſie beim Zuſammenreiben waren, trennen. Ein gelehrter Chemiker iſt der Meinung, daß ſich die Amalgamation bloß mit grünem Eiſenvitriol bewirken laſſe; dies iſt aber ein Irrthum, weil ſich das Queckſilber nur dann

mit

mit dem Eiſen verbindet, wenn es mit einer Kupferhaut überzogen, oder mit anderen Metallen, z. B. mit Gold, Silber, Zinn oder Wismuth, mit denen ſich das Queckſilber vereinigen läßt, bedeckt iſt. Ein Zuſatz von bloßem Eiſenvitriol würde zu nichts dienen, wenn nicht der Vitriol zufällig auch etwas Kupfer enthalten hat. Das Verhalten des Magnet gegen ein ſolches Amalgam kennen wir ſchon aus §. 38, 13. In Scheidewaſſer laſſen ſich beide Metalle zuſammen auflöſen, wobei ſich folgende Erſcheinungen ergeben.

a. Wenn die Auflöſungen des Eiſens und des Queckſilbers in Scheidewaſſer zuſammengegoſſen und mit reinem Waſſer verdünnt werden, ſo wird das Queckſilber durch eine hineingeſtellte Kupferplatte leicht in metalliſcher und flüſſiger Geſtalt niedergeſchlagen.

b. Wird Vitriolſäure zugetröpfelt, ſo ſcheidet ſich das Queckſilber ebenfalls vom Eiſen ab, und fällt, in Verbindung mit der Vitriolſäure, als ein weißes Salz, oder als Queckſilbervitriol (weißer mineraliſcher Turpeth) zu Boden.

c. Eben dieſer Niederſchlag entſteht durch einen Zuſatz von Eiſen-, Zink- oder Kupfervitriol.

d. Auch die Zuckerſäure ſchlägt das Queckſilber als ein weißes Pulver nieder, und das Eiſen bleibt in der hellgelben Auflöſung zurück, obgleich es ſonſt, wenn es ſich allein in der Auflöſung befindet, durch jene Säure als ein ſchwefelgelber Ocker niedergeſchlagen wird (§. 239.).

e. Durch Salzſäure wird das Queckſilber bekanntlich (als weißer Präcipitat) niedergeſchlagen, von welchem Verhalten man auch in dieſem Fall Gebrauch machen kann.

§. 155.

§. 155. Vom Verhalten des Eisens mit Braunstein und mit dessen Metall, dem Mangan.

Den Braunstein hat man schon seit mehreren hundert Jahren als ein schwarzes abfärbendes Mineral gekannt, dessen man sich in den Glashütten zur Reinigung des Glases, oder zur Befreiung desselben von der grünen Farbe, und in den Töpfereien zum entgegengesetzten Zweck bediente, nämlich den Thongefäßen eine schwarze oder schwarzbraune Glasur, oder eine violette Farbenzeichnung mitzutheilen, je nachdem man mehr oder weniger Braunstein anwendet. Mehrere Mineralogen haben den Braunstein zu den Eisenerzen gerechnet, weil er in der Regel einen bedeutenden Eisengehalt hat. Aus den Versuchen, welche ich im Jahr 1756 mit dem zu Skidberg im Kirchspiel Lexand in Daland aufgefundenen Braunstein (Abh. d. Schwed. Akad. für 1765) angestellt habe, geht hervor, daß der Braunstein ein dem Eisen ähnliches Metall enthält, daß es aber spröde ist, auf dem Bruch eine ungewöhnliche Textur besitzt, und nicht eher, als wenn es geglüht worden ist, vom Magnet gezogen wird. Ich vermuthete daher, daß dies Metall Eisen sey, welches zufällig mit zu viel Brennbarem übersättiget und, so zu sagen, durch dasselbe verlarvt war, wodurch der Magnet in seiner Wirkung abgehalten werde, so daß das überflüssige Phlogiston erst durch die Glühhitze ausgetrieben werden müsse. Späterhin habe ich erfahren, daß der Braunstein von Skidberg bald mehr bald weniger Eisen enthält, weshalb man den letzteren zu den Untersuchungen wählen muß. Port hat (Schriften der Berliner Akad. d. Wissensch. 1740) zuerst bewiesen, daß das Eisen [illegible] wesentlichen, sondern nur einen zufälligen Bestandtheil des Braunsteins ausmacht. Gahn war aber der erste, der durch viele und genaue Versuche darthat, daß der Braunstein ein eigenthümliches, vom Eisen und von anderen bekannten

Metal-

Metallen ganz verschiedenes Metall enthält. Bergman nannte dies Metall Magnesium, und ich führe es unter den Halbmetallen zuerst auf, weil es eine so äußerst starke Anziehung zum Eisen hat, daß es sich gar nicht eisenfrei darstellen läßt. Deshalb habe ich es auch lange Zeit für eine bloße Abart des Eisens, welches mir mit einer eigenthümlichen Art von Brennstoff verbunden zu seyn schien, gehalten; die unten aufgeführten Eigenschaften des Mangan setzen es aber außer Zweifel, daß man es als ein eigenthümliches Halbmetall wenigstens so lange ansehen muß, bis es erwie en ist, daß mangan-freies Eisen oder Eisenerz in einen Zustand versetzt werden kann, in welchem es die Eigenschaften des Mangan, oder seines Erzes, des Braunsteins, erhält.

a. Das Mangan wird vom Magnet nicht gezogen.

b. Es ist strengflüssiger als Roheisen, obgleich es mit demselben vermischt eine dünnflüssigere Schmelzung bewirkt.

c. In Rücksicht der Sprödigkeit und des Bruchansehens gleicht es mehr dem Wismuth, als dem Eisen.

d. Das Mangan sowohl, als sein Erz, der Braunstein, ertheilen dem Glase eine violette feuerfeste Farbe, besonders durch einen Zusatz von Borax und Salpeter.

e. Die Auflösung in Scheidewasser, noch mehr aber die in Vitriolsäure, setzt beim langsamen Verdampfen weiße Krystalle ab, von denen die ersten kleine eckige und die letzten parallelepipedische Körner bilden.

f. Durch Blutlauge wird es, nach Bergman's Erfahrung, als ein gelblichgraues Pulver, das Eisen aber bekanntlich mit einer berlinerblauen Farbe niedergeschlagen *).

g. Ueberhaupt verhält es sich anders, als die übrigen bekannten Ganz- und Halbmetalle.

h. Wenn

*) Ganz reines Mangan wird durch Blutlauge gelblichweiß gefällt.

h. Wenn Braunstein in einer sehr starken Hitze mit Kupfer zusammengeschmolzen wird, so verbindet sich die metallische Grundlage desselben mit dem Kupfer, vermehrt das Gewicht des letzteren, je nachdem der Zusatz größer oder geringer war, mit 12 bis 15 Procent, und beide Metalle verbinden sich zu einem schönen weißen Metallgemisch, welches ganz geschmeidig ist und nicht im mindesten vom Magnet gezogen wird. Die vorigen Versuche (§§. 141, 6. 142, 4, f.) zeigen dagegen, daß das Eisen allein dem Kupfer keine weiße Farbe mitzutheilen vermag, daß es demselben die Geschmeidigkeit benimmt, und daß es selbst dann noch vom Magnet angezeigt wird, wenn sich nur 4 Procent davon in der Mischung befinden.

i. Auch das stark kalcinirte Mangan löst sich noch in Essig auf, welches bei dem gehörig kalcinirten Eisen nicht der Fall ist.

k. Es läßt sich aus der Auflösung in Essig durch Alkalien als ein weißer Kalk niederschlagen, und dadurch einigermaßen vom Eisen trennen.

l. Durch die Verbindung mit dem Mangan erhält das Eisen ganz andere Eigenschaften, und wird nicht mehr vom Magnet gezogen.

m. In starker Hitze ist es flüchtiger oder verschlackbarer als das Eisen, und läßt sich daher durch die Kalcination einigermaßen vom Eisen trennen.

n. Es ist in Pflanzensäuren leichter und vollkommener auflöslich, als Eisen und Kupfer.

o. Die Auflösung des Mangan in Salzsäure schießt bei einem vorsichtigen Abdampfen zu einem röthlichen krystallinischen Salz an, welches bei allen Salzen, deren Grundlage das Mangan ist, statt findet.

Aus Bergman's Schriften und aus Scheele's gründlichen Untersuchungen (Abh. d. Schwed. Akad. 1774) lassen sich mehrere Eigenschaften dieses Metalles, wo-

wodurch es sich von den übrigen unterscheidet, entnehmen *).

Daß das Mangan häufiger mit dem Eisen und mit dessen Erzen vorkommt, als man bisher geglaubt hat, geht aus Hjelm's Abhandlung von den weißen Eisenerzen und aus dessen Versuchen über die Anwesenheit des Mangan in den Eisenerzen (Abh. d. Schwed. Akad. 1778) hervor. Durch fernere Versuche hat Hjelm dargethan, daß man aus den stark kalcinirten Wiesenerzen, durch Kochen mit destillirtem Essig, 26 bis 27 Procent Mangan ausziehen kann, welches durch einen Zusatz von Vitriolöl bei langsamer Abdampfung zu Krystallen von Braunsteinvitriol anschießt, der indeß nicht ganz eisenfrei und zufällig auch noch mit einigen Erdarten verunreiniget ist. Außerdem fand er das Mangan auch in allen Hohenofen und Frischschlacken, welche er untersuchte. — Die leichteste und wahrscheinlich die beste Methode, das Mangan aus dem Braunstein zu gewinnen, ist die, daß der fein pulverisirte Braunstein auf einem Scherben im Probirofen stark geglühet, dann mit Leinöl zu einer teigartigen Masse gemacht, und in die Form einer Kugel oder eines Kloßes gebracht wird, den man in einen starken hessischen Tiegel thut, dessen Boden und Wände mit angefeuchtetem Kohlenstaub, oder besser mit recht dünnem Thonwasser ausgefuttert und dann wieder getrocknet sind. Der hineingelegte Kloß wird alsdann mit etwas Borax und mit einer hinreichenden Menge Kohlenstübbe von Birkenkohlen bestreut, der Tiegel mit einem Deckel lose zugedeckt und die ganze Vorrichtung dem Gebläse ausgesetzt, worauf man ein heftiges und schnelles Feuer giebt (weil sich das Metall bei einer langsamen Hitze aussintern würde), wodurch man

*) Herr Dr. John hat sich in neueren Zeiten durch die Untersuchung des Mangan, seiner Salze und Oxyde ein Verdienst um die metallurgische Chemie erworben. (Gehlen's Journal für Chemie und Physik Bd. III. S. 452-485. Bd. IV. S. 436-448.)

man 20 bis 40 Procent Mangan, welches gewöhnlich in einzelnen blanken Körnern zerstreut ist, die vom Magnet nicht gezogen werden dürfen, zu erhalten pflegt.

Das Verhalten des Eisens mit Mangan, wenn beide in verschiedenen Verhältnissen mit einander verbunden werden, läßt sich kaum mit Zuverlässigkeit angeben, weil man, wenigstens nach meinen Versuchen, kein reines eisenfreies Mangan zu erhalten im Stande ist. Umgekehrt bin ich aber auch nicht überzeugt, ob Eisen oder Stahl so frei von Mangan dargestellt werden können, daß sie nicht eine Spur davon enthalten. Aus Daland, wo man sehr braunsteinhaltige Eisenerze von der Klapperudsgrube im Hohenofen verschmelzt, erhält man zuverlässig ein sehr manganhaltiges Eisen. Vielleicht können folgende mit diesem Eisen angestellte Versuche einigen näheren Aufschluß über das Verhalten des Gemisches aus Eisen und Braunstein geben.

1. Das mehrste manganhaltige Roheisen aus diesen Erzen ist weiß oder gelblichweiß, hart aber spröde (§§. 34. 36.). Auf dem Bruch scheint es theils ein splittriges, theils ein blättriges wismuthartiges Gefüge zu haben; am häufigsten ist es aber aus größeren und kleineren keilförmig blättrigen Strahlen zusammengesetzt, zuweilen hat es auch einen dichten Bruch und verhält sich immer weich unter dem Hammer.

2. Mehrentheils wird das Eisen sehr wenig, und das strahlige durchaus gar nicht vom Magnet gezogen.

3. In Scheidewasser löst es sich mit Heftigkeit auf und giebt eine röthlichbraune Auflösung, welche durch ruhiges Stehen mit der Zeit kleine weiße und durchsichtige Krystalldrusen absetzt. Pflanzenalkali schlägt das Eisen aus dieser Auflösung mit einer röthlichbraunen Farbe nieder. Der ausgesüßte und kalcinirte Niederschlag wird durch Kochen mit Essig zum Theil darin aufgelöst, und Pflanzenalkali schlägt aus dieser Auflösung einen lichte-olivenfarbenen Ocker nieder, der durch Kalcini-

riniren mit Borax und Salpeter ein violettes granatfarbenes Glas giebt, wodurch sich das Mangan deutlich zu erkennen giebt, obgleich es noch mit Eisen verunreiniget ist.

Besser läßt sich das Mangan auffinden, wenn man das Eisen in Scheidewasser, welches vorher mit einer gehörigen Menge Zucker versetzt ist, auflöst. Das reine fixe Alkali schlägt das Eisen aus dieser Auflösung rostfarben nieder; man muß aber nicht mehr zusetzen, als zum Niederschlagen des Eisens nöthig ist, worauf man den Eisenkalk durch Filtriren abscheidet, und dann aus der hellen Auflösung, durch behutsames Zutröpfeln von fixem Alkali, ein weißes Pulver niederschlägt, welches ein mit Brennbarem gesättigtes Mangan ist, das mit Borax und Salpeter ein gräulich gefärbtes Glas giebt. Der Niederschlag enthält aber noch immer etwas Eisen.

4. In Vitriolsäure löst sich das Eisen auch sehr leicht auf. Wenn man die Auflösung langsam abdampft, und die entstandenen Eisenvitriolkrystalle von Zeit zu Zeit herausnimmt, so schießt zuletzt ziemlich eisenfreier Braunsteinvitriol an, den man dadurch noch mehr von Eisen reinigen kann, daß man ihn in siedendem Wasser auflöst, und von neuem anschießen läßt. Wenn man die Roheisenauflösung aber nicht vorher abdampft, sondern sie sogleich mit Alkali versetzt, so erhält man einen rostfarbenen Niederschlag, der durch Kochen mit Essig umbrabraun wird. Aus dieser letzten Auflösung schlägt das Alkali ein wenig graues Pulver nieder, welches mit Borax und Salpeter ein röthliches granatfarbenes Glas giebt. Der umbrabraune Rückstand gab ebenfalls ein solches, jedoch nicht so stark tingirtes Glas.

5. Auch der Essig löste das Roheisen in der Wärme auf, wobei sehr viel schwarzer Schlamm zurückblieb, der mit Wasser abgewaschen eine schöne schwarze Farbe gab, die der besten Tusche in der Anwendung gleich kam, etwas ins stahlgraue fiel, und so fest auf dem

Pa-

Papier haftete, daß sie sich, ohne angefeuchtet zu werden, auftragen ließ. Nach dem Glühen ward dies Pulver stark vom Magnet gezogen.

6. Wenn das dem Magnet nicht folgsame weißstrahlige Roheisen der Weißglühhitze ausgesetzt gewesen ist, so wird es, wie gewöhnliches Eisen, vom Magnet angezogen, und läßt sich auch zu einem dünnen Blech ausschmieden, wie das geschmeidige Eisen.

7. Um zu erfahren, ob das Mangan die Wirkung des Magnet auf das Eisen aufzuheben im Stande sey, setzte ich ein Gemenge von gleichen Theilen grauem Roheisen, das vom Magnet sehr stark gezogen ward, und von Braunstein aus der Klapperudsgrube, einer sehr starken $\frac{3}{4}$stündigen Hitze vor dem Gebläse aus. Das Eisen war zu einem sehr harten Korn geschmolzen, es war spröde unter dem Hammer, hatte einen weißen dichten Bruch und ward nicht im mindesten vom Magnet gezogen; nach einem heftigen Ausglühen zog der Magnet es aber fast eben so stark, als vorhin. — Bei einem anderen Versuch erhielt ich aus demselben Gemenge, aber in einer geringeren Hitze, mehrere Eisenkörner, die ebenfalls nicht vom Magnet gezogen wurden und halbgeschmeidig waren. — Es wurden 15 Theile Bohrspan von grauem Roheisen mit 5 Theilen Braunstein von Skidberg gemengt, und ohne einen Zusatz in einen neuen Tiegel gebracht. Das Gemenge wollte aber im Windofen nicht eher schmelzen, als bis Kohlenstaub zugesetzt ward, worauf in einer Zeit von einer halben Stunde eine reine Schmelzung, bei der zuerst ein Aufschäumen statt fand, erfolgte. Der Eisenregulus wog $15\frac{1}{2}$, und weil ich mich durch einen Gegenversuch überzeugt hatte, daß das bloße Roheisen beim Umschmelzen etwa 8 Procent verlor, so folgt daraus, daß das Mangan eine Gewichtsvermehrung von etwa 12 Procent bewirkt haben muß. Das Eisen hatte einen weißen Bruch, und ward wie gewöhnliches grelles Roheisen vom Magnet

angezogen; beim Schmelzen vor dem Blaserohr ließ sich kaum eine Spur von Mangan bemerken, aber die kolofoniumfarbene Schlacke, welche das Roheisen umgab, zeigte beim Schmelzen mit Borax und Salpeter einen sehr deutlichen Mangangehalt. — 2 Theile Schmiedesinter oder Glühspan und 1 Theil Braunstein von Skidberg wurden in einer heftigen Schmelzhitze mit Kohlenstaub zu kleinen Körnern reducirt, die ich wieder zu einem harten und etwas zähen Regulus zusammenschmolz. Nach einer zuverlässigen Berechnung hatte der Regulus einen Gewichtszuwachs durch das Mangen von 12 Procent, obgleich der größte Mangangehalt in die zugleich erhaltene gelbe Schlacke gegangen war. Es ist sehr merkwürdig, daß die Körnchen von diesem manganhaltigen Eisen, welche fast gar nicht vom Magnet gezogen wurden, diese Eigenschaft sogleich in einem hohen Grade erhielten, wenn sie unter dem Hammer auf einer Roheisenplatte gepletscht wurden, welches oft bei einem einzigen Schlag der Fall war, wovon ich mich häufig überzeugte. Das Roheisen von Björkshöhütte, woselbst man Swartwiker Erze mit anderen beschickt verschmelzt, enthält nach **Scheele** bis 16 Procent Mangan (§. 86, 1, e.). Im Roheisen aus Daland ist der Mangangehalt gewiß noch größer, obgleich er noch nicht genau bestimmt ist.

8. Wenn das Daler Roheisen im Tiegel umgeschmolzen wird, so fließt es sehr dünne, und behält nach dem Ausgießen die Eigenschaft, vom Magnet nicht gezogen zu werden.

9. Im Frischfeuer verhält sich dies manganhaltige Roheisen ebenfalls sehr dünnflüssig und fressend, so daß es nur mit vieler Mühe und durch einen Zusatz von guter Gaarschlacke zum Frischen gebracht werden kann. Das Stabeisen aus diesem Roheisen ist hart, ungleich und stahlartig. In den Stahlheerden ist es deshalb auch vorzüglich anwendbar. Die manganhaltigen Eisenerze

von

von der Klapperudsgrube gaben beim Verfrischen in dem kleinen Blaseofen (§. 91.) ebenfalls mehrentheils reinen Stahl und nur sehr schwer etwas weiches Stabeisen.

Der Einfluß, den das Mangan auf das Eisen äußert, scheint also darin zu bestehen, daß es die Wirkung des Magnet aufhebt und das Eisen in Stahl verwandelt. Dies wird um so wahrscheinlicher, als alle Eisenerze in Deutschland, in Steyermark, Kärnthen, im Siegerlande und überall, wo vorzüglicher Stahl bereitet wird, aus weißen Eisenerzen, oder aus sogenannten Stahlsteinen bestehen, die erweislich sehr viel Braunstein enthalten. Wenn aus diesen Erzen weiches Eisen gewonnen werden soll, so muß das Roheisen erst zu dünnen Scheiben gerissen und stark geglüht, oder langsam geröstet werden, wodurch es, wenigstens äußerlich, einen Theil des Mangangehalts verliert und eine etwas geschmeidige Haut ansetzt, welche im Frischfeuer zum Frischen beitragen hilft. Daß dies wirklich so erfolgt, habe ich an einer Scheibe von Daler Roheisen erfahren, welches sehr hart und spröde war und nicht im geringsten vom Magnet gezogen ward. Als diese Scheibe im verschloßnen Tiegel in Kreide, und oben mit etwas Gallmey bedeckt, gelegt, einer gelinden 3stündigen Glühhitze im Windofen ausgesetzt worden war, hatte sich nicht allein ein Ueberzug von dünnem Glühspan, der sehr stark vom Magnet gezogen ward, sondern auch eine dünne, zähe, geschmeidige und biegsame Eisenhaut gebildet; inwendig war das Roheisen aber eben so weiß und spröde geblieben, und ward auch vom Magnet nicht angezogen. — Wie das Mangan diese Veränderung im Eisen bewirken und es in Stahl verwandeln, oder ihm die Härte mittheilen kann, ist sehr schwer auszumitteln. Die Wirkung muß entweder von dem Mangan, als eigenthümlichem Metall, selbst herrühren, oder von seiner Neigung, das Brennbare anzuziehen und in Verbindung mit sich zu erhalten, oder beide Ursachen müssen zusammen wirken. Die

Ver-

Vermuthung, daß ein Uebermaaß von Phlogiston die Ursache dieser Erscheinung sey, erhält durch die Eigenschaften des Mangan, welche Scheele ausgemittelt hat, und selbst durch die vorhin angeführten Versuche, einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit *). Wir haben gesehen, daß das manganhaltige Roheisen nicht vom Magnet gezogen wird (2), daß es sich mit mehr Heftigkeit, als gewöhnlich, in Scheidewasser auflöst (3), daß es bei der Auflösung in Essig sehr viel schwarzes Pulver absetzt (5), daß es durch Ausglühen, also durch Austreibung von Phlogiston, dem Magnet folgsam wird (6), und daß der Braunstein dem Roheisen diese Eigenschaft beim Zusammenschmelzen entzieht (7); alles Eigenschaften, welche durch ein Uebermaaß von Brennbarem veranlaßt werden. Eine neue Bestätigung giebt folgender Versuch: Das reinste Mangan, welches ich aus dem fast eisenfreien Braunstein von Lexan erhielt, bestand aus kleinen weißen, blanken und spröden Körnern, die weder vor noch nach dem Glühen im geringsten vom Magnet angezogen wurden. Als einige von diesen Körnern in Salpetersäure aufgelöst wurden, erhielt ich durch den Zusatz von Blutlauge einen weißen und auch einen hellblauen Niederschlag, der durch das Glühen eine schwarze Farbe erhielt, und eben so wie reines Eisen vom Magnet gezogen ward. Reines Alkali gab einen gelben Niederschlag, der nach dem Rösten ebenfalls vom Magnet gezogen ward. Auf dem Boden des Kolbens lagen die Stücken des Manganmetalles noch in eben der Größe und Gestalt, als vor der Auflösung; sie hatten sich aber in eine röthliche rostfarbene Substanz verwandelt, die bei der leisesten Berührung zu Pulver zerfiel, welches sich

*) Leider sind wir bis heute in unseren Erfahrungen über die Natur des Stahls noch nicht um einen Schritt weiter gekommen, und wissen noch nicht mit Gewißheit, ob der Mangangehalt eine nothwendige Bedingung zu gutem Stahl ist.

sich vor dem Blaserohr sehr schnell entzündete, rauchte und wie Ruß dampfte, sich verkohlte und endlich gänzlich verflüchtigte, wie eine brennbare Substanz aus dem Pflanzenreich. Sollte man durch diesen Versuch nicht zu der Vermuthung veranlaßt werden, daß der metallische Theil des Mangan vorzüglich aus Eisen besteht, welches einen Ueberschuß von einer eigenthümlichen Art eines gröberen Phlogiston aus dem Braunstein in sich aufgenommen hat, wodurch die wahren Eigenschaften des Eisens so verlarvt werden, daß es nicht mehr vom Magnet gezogen wird, daß es dem Glase eine violette Farbe ertheilt (wodurch sich das Mangan vorzüglich unterscheidet), und daß es überhaupt einige abweichende Eigenschaften erhalten zu haben scheint? Ich will indeß mein Urtheil zurückhalten, indem das wenig bekannte Mangan noch näher untersucht werden muß.

Dagegen ist es sehr wahrscheinlich, daß der Braunstein, oder dessen Metall, wenn nicht immer, doch wenigstens sehr häufig, die vorzüglichste Ursache des verschiedenen Verhaltens und der inneren Verschiedenheiten unserer Eisensorten ist. Sollte dieses Metall nicht auch bewirken, daß das Dannemorer Eisen und mehrere andere harte Eisenarten einen so guten Brennstahl geben? So viel ist wenigstens gewiß, daß die Hohenofenschlacken von Dannemorer Erzen mehr oder weniger deutliche Anzeigen auf Mangan geben.

§. 156. Von der Verbindung des Eisens mit Mangan und anderen Metallen zugleich.

Wir haben gesehen, daß sich das Mangan nie völlig eisenfrei darstellen läßt; es bedarf daher keines Zusatzes von diesem Metall, wenn Versuche über die Verbindung des Mangan und des Eisens mit anderen Metallen, worunter das Kupfer vorzüglich berücksichtiget zu werden verdient, angestellt werden sollen.

1. Es

1. Es wurden gleiche Theile fein zerstücktes Kupfer und englischer Braunstein, der etwas abfärbte und eisenhaltig war, vermittelst Leinöl und Kohlenstaub mit einander gemengt, in einen inwendig mit Kohlenstaub und Thonwasser ausgestrichenen Tiegel gethan, und in einer starken Hitze vor dem Gebläse in einer Zeit von $\frac{3}{4}$ Stunden in Fluß gebracht. Das Kupfer hatte sich in mehrere geschmeidige und weißgefärbte Körner zertheilt, die einen Gewichtszuwachs von 8 Procent erhalten hatten. Dies weiße Kupfer ward noch dreimal auf dieselbe Weise mit einem neuen Zusatz von Braunstein geschmolzen, wobei es jedesmal 3 bis 4 Procent am Gewicht zunahm, so daß es nach der vierten Schmelzung $15\frac{1}{4}$ Procent schwerer geworden war. Es verhielt sich noch geschmeidig, war so weiß als 10löthiges Silber, und ließ sich nach vielem Hämmern in zwei Stücken zerbrechen, welche auf dem Bruch deutlich zeigten, daß die untere Hälfte eine Kupferfarbe hatte, während die obere Hälfte vom Mangan weiß gefärbt worden war. Das Metall ward daher noch einmal ohne einen Zusatz von Braunstein geschmolzen, und gab nun ein gleichartig weißgefärbtes Metallgemisch, welches noch geschmeidiger war, als vorher, und sich, wie Messing, nach dem Ausglühen recht gut kalt hämmern ließ, im warmen Zustand aber sehr bald Brüche bekam. Das specifische Gewicht war 8,363, also etwas geringer, als das des Kupfers. Der Magnet zog aus den feinsten Spänen nur einige Stäubchen an. Aus der Auflösung in Scheidewasser ward es durch fixes Alkali als ein hellgrüner und weißer Kalk niedergeschlagen, der nach dem Kalciniren, mit Emailleglas gemengt und auf weißes Biscuit oder Pfeifenthon im Probirofen geschmolzen, ein hellblaues Emaille gab, welches von bloßem Kupfer nicht zu erfolgen pflegt. Aus der grüngefärbten Auflösung hatten sich, ehe das Alkali zugesetzt worden war, kleine weiße durchsichtige Braunsteinkrystalle abgesetzt.

Ich versuchte ein rein gefeiltes Stück von diesem weißen Metall durch Kochen mit Weinstein und reinem Wasser eben so wie Silber weiß zu sieden; allein die Weinsteinsäure wirkte so auflösend auf das Mangan, daß auf der Oberfläche bloß die reine Kupferhaut zurückblieb, folglich kein Weißsieden statt finden konnte. Dieser Versuch zeigte übrigens, daß man auf diese Art vollkommen geschmeidiges weißes Kupfer von derselben Güte, wie das vorhin (§. 142.) beschriebene chinesische Pakfong, erhalten kann. Beide Metallgemische haben auch die Eigenschaft mit einander gemein, daß sie mit der Zeit an der Luft anlaufen und dunkler werden, welches sich indeß durch eine gute Politur und durch Abscheuren mit feiner Kreide verhindern läßt. Die Schmelzung läßt sich am besten in einem Tiegel mit Zusatz von Kohlenstaub in einer starken Schmelzhitze bewerkstelligen.

2. Durch Schmelzen im offnen Feuer in einem kleinen Gebläseofen, worin Braunstein und Kupfer, auf Kohlen aufgesetzt, niedergeschmolzen wurden, erlitt das Kupfer einen starken Abbrand und nahm wenig am Gewicht zu, färbte sich auch nicht bedeutend weiß. Vielleicht würde die Schmelzung besser von statten gehen, wenn der Braunstein mit gut abgeröstetem reichem Rohstein im Kupferofen durchgesetzt würde, wie aus dem folgenden Versuch hervorzugehen scheint.

3. Es wurden 788 Pfund Kupferasche, oder verschlacktes Kupfer, mit 394 Pfund Skidberger Braunstein gemengt, mit Kohlenstaub und Leinöl zu einer Masse gemacht, in einen Tiegel gethan, mit Kohlenstaub bedeckt und eine halbe Stunde lang einer starken Schmelzhitze im Windofen ausgesetzt. Nach dem Erkalten erhielt ich mehrere kleine Körner, von denen einige ganz weiß, sehr manganhaltig und ziemlich geschmeidig, andere aber mehr röthlich waren, und theils vor, theils nach dem Glühen (vorzüglich aber durch das Hämmern) vom Magnet gezogen wurden. Ich versuchte, diese

Körn-

Körnchen mit einem Zusatz von Borax und Weinstein zusammenzuschmelzen. Dies wollte aber nicht gelingen, und die weißen manganhaltigen Körnchen waren zum Theil durch die Salze zerstört worden. Auch das Eisen hatte den Anfang zur Abscheidung gemacht, und sich als kleine harte Körnchen (sogenannte Kieselkörner) zusammengezogen, welche sich im Kupfer eingesprengt fanden und beim Feilen hinderlich waren.

4. Zwei Theile Schmiedefinter, 1 Kupferasche und 2 Skidberger Braunstein auf dieselbe Art zusammengeschmolzen, gaben ein Metallgemisch, welches aus vielen kleinen Körnern bestand, die theils eine weiße Farbe hatten und nicht vom Magnet gezogen wurden, theils kupferfarben waren und dem Magnet ein klein wenig folgten. Der größte Theil des Eisengehalts des Sinters war in die Mischung gegangen.

5. Es wurden gleiche Thrile von einer Kupfervitriolauflösung und von einer Auflösung des Braunsteins in Vitriolsäure zusammengegossen, und mit fixem Alkali gemeinschaftlich zu einem Kalk niedergeschlagen, den ich auf die vorhin (§. 155.) angegebene Art zu reduciren suchte. Ich konnte aber keinen reinen, weißen, metallischen Regulus erhalten, sondern bloß eine zusammengesinterte, spröde, dunkelgraue, schlackige Masse, welche mit der Feile einen metallischglänzenden eisenfarbenen Strich gab, und nicht im mindesten vom Magnet gezogen ward. Erst als ich diese Masse, worin das Mangan den überwiegenden Bestandtheil ausmachte, mit Weinstein und weißem Fluß umschmolz, erhielt ich eine röthliche und etwas grünliche undurchsichtige Schlacke, ohne im geringsten metallische Kupferkörnchen darin zu bemerken. Dies Mißlingen rührte wohl vorzüglich von der geringen Quantität der Masse her, indem der ganze getrocknete Niederschlag nur $\frac{1}{4}$ Ct. betrug; aber auch außerdem bleibt diese Methode der Weißkupferbereitung zu kostbar, um sie im Großen anzuwenden.

We-

Wegen der Strengflüssigkeit des Mangan würde es überflüssig gewesen seyn, Versuche über das Zusammenschmelzen mit anderen unedlen Metallen anzustellen. Gegen die edlen Metalle verhält es sich ohne Zweifel eben so, wie das Eisen.

§. 157. Von der Scheidung des Mangan vom Eisen.

Es scheint, daß man das Mangan am sichersten auf dem trocknen Wege, nämlich durch langsame und anhaltende Glühhitze, vom Eisen abscheiden kann. Dies Verfahren wird in Steyermark bei den sogenannten Floßen, oder bei dem stahlartigen und manganhaltigen Eisen angewendet, wovon man sich aus Jars metallurgischen Reisen und aus anderen metallurgischen Schriften über Steyermark näher unterrichten kann. Weil das Mangan nämlich in der Kalcinationshitze zerstörbarer ist, als das Eisen, so verkalkt sich eine bedeutende Quantität desselben wenigstens auf der Oberfläche des Eisens, welches dadurch leichter zum Frischen und zur weichen Schmelzung geneigt wird, obgleich dieses Verfahren immer mit Unkosten und mit einem 1 bis 2 Procent größeren Gewichtsverlust verbunden ist, als wenn der Floß zum Stahlschmelzen genommen wird, indem man im Rohstahlheerd nur 10 Prorent Abgang rechnet.

Man benutzt in Steyermark aber auch die andere Eigenschaft des Mangan, nämlich seine größere Strengflüssigkeit, um die Verbindung mit dem Eisen einigermaßen zu verhindern. Wenn sich der Floßofen nämlich in einem sehr hitzigen Gange befindet, wobei immer sogenannter Hartfloß, oder weißes sprödes und manganhaltiges Roheisen erblasen wird, so formt man um und setzt stärkere Erz- oder schwächere Kohlengichten, wodurch man nach einiger Zeit sogenannten Weichfloß, oder ein mehr graues und weiches Roheisen erhält. Weil

dies

dies Roheisen mit viel weniger Schwierigkeit geschmeidiges Eisen giebt, so scheint daraus zu folgen, daß es weniger Mangan enthält, indem dieses Metall eine stärkere Hitze zum Ausschmelzen erfordert, als man durch jene Zustellung hervorbringen kann *). Der Floßofen kann diesen starken Erzsatz aber nicht länger, als etwa 24 Stunden vertragen, ohne eine Versetzung des Gestelles mit Frischeisen befürchten zu müssen, so daß man das Gebläse wieder verstärken und Hartfloß blasen muß. Dies ist auch ohne Zweifel der Grund, warum man bei der weniger starken Hitze in den Rennheerden viel eher weiches Eisen aus dem manganhaltigen Eisenerz erhält, als im Hohenofen, obgleich es nicht immer der Fall ist **).

Ein öfteres Umschmelzen im Heerd und das Cementiren des manganhaltigen Eisens mit absorbirenden Erdarten, z. B. mit Kreide, Knochenasche u. s. f., würde wahrscheinlich auch zum Zweck führen, denn der beste Steyermärkische Stahl wird dadurch endlich zu weichem Eisen, welches alsdann fast gar kein oder doch nur sehr wenig Mangan enthalten kann, in so fern man es nämlich als ausgemacht ansehen will, daß das Mangan die Ursache der stahlartigen Beschaffenheit des Eisens ist. Diese Methode, das Mangan abzuscheiden, bleibt indeß immer unvollkommen.

Man hat auch umgekehrt, durch die Zerstörung des Eisens, das Mangan rein darzustellen gesucht, obgleich dies

*) Dies ist nicht der Fall, sondern das Mangan wird durch die größere Hitze, welche der Ofen, während er auf Hartfloß betrieben worden war, erlangt hat, leichter zerstört oder verschlackt. Je größer die Hitze des Ofens und je vollkommner der Hohenofenbetrieb ist, desto weniger Mangan bleibt im Roheisen zurück. Ganz graues Roheisen enthält kaum eine merkliche Spur von Mangan, während das weiße, aus denselben Erzen erblasene übersetzte Roheisen, eine beträchtliche Menge davon enthalten kann.

**) In den Rennheerden hat das Mangan mehr Gelegenheit, sich zu verschlacken. Es ist also nicht die größere Strengflüssigkeit, sondern die leichtere Verschlackbarkeit des Mangan, worauf sich die reinere Abscheidung bei den metallurgischen Processen gründet.

dies Verfahren nie vollkommen gelungen ist. Gahn, der Entdecker des Mangan, hat seine darüber angestellten Versuche noch nicht öffentlich bekannt gemacht; ich will indeß die vorzüglichsten derselben hier anführen.

1. Bekanntlich läßt sich das Eisen aus den Eisenerzen durch die Sublimation mit Salmiak darstellen. Auf den Grund dieser Erfahrung wurden 8 Ct. fein geriebener Braunstein von der Klapperudsgrube mit eben so viel Salmiak gemengt, und der Sublimation auf die gewöhnliche Art in einer starken Glühhitze unterworfen. Es ging dabei flüchtiger Salmiakgeist über, auch sublimirte sich der eisenhaltige Salmiak als gelbe Blumen. Der Proceß ward viermal wiederholt, wobei der Salmiak das erstemal $\frac{1}{3}$, das zweite und drittemal weniger und das viertemal am wenigsten von seinem Gewicht verlor, so daß von 300 Pfund nicht mehr als 36 Pfund dunkelgraues Pulver zurückblieben, welches, aller Vermuthung nach, reines Mangan seyn mußte, weil zuletzt nur sehr wenig eisenhaltige Blumen erhalten wurden und der Magnet auf den Rückstand keine Wirkung äußerte. Als das Pulver indeß mit Leinöl und Kohlenstaub in einer starken Hitze geschmolzen ward, kamen mehrere kleine, platte, blanke und spröde Körner zum Vorschein, welche zwar viel Mangan enthielten, aber doch ziemlich stark vom Magnet gezogen wurden, und die Erwartung, ein eisenfreies Mangan zu erhalten, vereitelten.

2. Um eine beträchtliche Quantität Mangan zu erhalten, und um zu sehen, ob man dies Metall durch Niederschlagen auf Kohlen im offnen Feuer nicht etwas reiner darstellen könnte, ließ ich vor dem Gebläse einen kleinen Ofen aufrichten, dessen Schacht etwa 18 Zoll hoch und 6 bis 8 Zoll im Durchmesser weit war, und der die Gestalt eines Hohenofenschachtes hatte. In diesem kleinen Ofen ward durch ein einstündiges Blasen ein halbes Pfund von dem abfärbenden Braunstein von

Klap-

Klapperud auf Kohlen niedergeschmolzen. Der Abstich bestand aber aus einer schweren, grünlichgelben, undurchsichtigen Schlacke, welche sich ohne einen Zusatz von brennbaren Körpern und ohne Anwendung von Wärme größtentheils in Salpetersäure auflöste und einen aus gelbem Eisenrost bestehenden Bodensatz gab. Pflanzenalkali schlug aus der Auflösung ein weißes Pulver nieder, welches sich beim Kalciniren im Probirofen, wie das Mangan gewöhnlich zu thun pflegt, schwarz färbte und vom Magnet nicht gezogen ward, und mit Borax ein violettes Glas gab. Als ich dies schwarze Pulver aber mit Leinöl zu einer Kugel zusammenballte, und mit Kohlenstaub in einen ausgefütterten Tiegel brachte, den ich eine halbe Stunde lang einer starken Hitze vor dem Gebläse aussetzte, um meiner Voraussetzung nach, den Regulus des Mangan zu erhalten, fand ich, daß die Kugel ganz unverändert geblieben war, und sich nur in eine grüne Schlacke verwandelt hatte, welche ganz genau dieselben Eigenschaften, wie die vorige, besaß.

3. Auch auf dem nassen Wege, oder durch Auflösen und Niederschlagen, hat man das Mangan aus dem Eisen und dessen Erzen rein darzustellen versucht. Hjelm hat seine mit mehreren Eisenerzen angestellten Versuche in den Abh. d. Schwed. Akad. f. 1778 mitgetheilt. Die Erze wurden theils im bloßen Feuer, theils mit Zusatz von Salpetersäure stark kalcinirt, und dann in Salpetersäure mit einem Zusatz von Zucker aufgelöst, worauf sich das Mangan farbenlos, oder als ein weißer Kalk, aus der Auflösung niederschlagen ließ. Eben dies fand auch statt, wenn die Eisenerze sehr stark kalcinirt und dann mit reiner Essigsäure ausgekocht wurden. Scheele hat diese Methode zuerst angewendet; sie beruht darauf, daß das in den Erzen befindliche Mangan leichter, als das kalcinirte Eisen, von den Pflanzensäuren aufgelöst wird, und sich dann durch mildes feuerfestes Alkali zu einem

einem farbenlosen Pulver, oder als Manganka[l]k, niederschlagen läßt *). — Durch alle diese Mittel kann man sich zwar von der Anwesenheit des Mangan überzeugen, und dasselbe auch wirklich darstellen, es behält aber immer einen Gehalt von Eisen, welches sich selbst im kalcinirten Zustande in Essig und Salpetersäure zum Theil mit auflöst und beim Niederschlagen mit gefällt wird. Das ganze Uebel besteht darin, daß alle Auflösungs- und Niederschlagungsmittel beide Metalle zugleich auflösen und niederschlagen. — Vielleicht werden neuere Entdeckungen ein Mittel zeigen, beide Metalle auf dem nassen Wege vollkommen von einander zu trennen. Noch muß ich der Methode erwähnen, die Bergman in der Abhandlung: vom Probiren der Eisenerze auf dem nassen Wege, vorschlägt, welche darin besteht, daß man das Eisen und das Mangan aus ihrer gemeinschaftlichen Auflösung durch Blutlauge niederschlagen, den Niederschlag stark kalciniren und mit Essigsäure, oder mit verdünnter und mit Zucker versetzter Sal-

*) Die von Vauquelin (Ann. de Chim. XLI. 249.) angegebene Methode, Eisen und Mangan zu scheiden, besteht darin, daß man das Metallgemisch in Essigsäure auflöst, die Auflösung bis zur Trockniß abdampft und im Wasser aufweicht, wobei das Eisenoxyd, welches seine Säure in der Hitze verliert, zurückbleibt, das essigsaure Mangan aber aufgelöst wird. 2 oder 3 Abdampfungen und Auflösungen sollen eine völlig reine Scheidung bewirken. — Ziemlich genau lassen sich beide Metalle dadurch trennen, daß man die Auflösung in Königswasser mit sehr vielem Wasser verdünnt und kalt so lange durch kohlensaures Natron zersetzt, als noch ein Niederschlag von Eisen entsteht. Die von dem Niederschlag getrennte Flüssigkeit wird siedend mit kohlensaurem Natron zersetzt, wobei sich das Mangan abscheidet. — Oder man löst das Gemisch in Schwefelsäure auf, glüht die erhaltene Salzmasse in starkem Feuer bis zur ziegelrothen Farbe, und laugt sie mit heißem Wasser aus, wobei das Eisenoxyd zurückbleibt und der Braunsteinvitriol vom Wasser aufgenommen wird. — Nach Bergman soll man eine sehr genaue Trennung beider Metalle bewirken, wenn man sie aus ihrer gemeinschaftlichen Auflösung in Königswasser durch Blutlauge niederschlägt und Salpetersäure im Uebermaaß zusetzt, indem diese das blausaure Eisen zurückläßt, das blausaure Mangan aber wieder auflöst, nur muß die Auflösung sehr stark mit Wasser verdünnt seyn. (Pfaff in Schweiggers Journal IV. 378.)

Salpetersäure übergießen soll, wodurch man ein ziemlich eisenfreies Mangan erhält.

4. Endlich ist man auch bemüht gewesen, das Mangan durch Krystallisiren vom Eisen abzuscheiden, indem das Mangan schneller und aus mehreren Auflösungen zu Krystallen anschießt. Ich löste daher etwas manganhaltiges Daler Roheisen in Vitriolsäure auf, und stellte die Auflösung zum Anschießen hin. Die Eisenvitriolkrystalle wurden, so wie sie entstanden, aus der Auflösung genommen; zuletzt schossen farbenlose Braunsteinkrystalle von unbestimmter Gestalt an, welche indeß noch nicht ganz eisenfrei waren, wie sich aus der Prüfung mit Blutlauge ergab. Wenn man aber die oben (§. 155, 4.) angegebenen Vorsichtsmaaßregeln beobachtet, so lassen sich die Krystalle so rein, als möglich, erhalten. Das Verhalten des Mangan gegen Salpeter- und Salzsäure ist schon vorhin angegeben, und gerade dieses Verhalten beweist die Verschiedenheit desselben vom Eisen, welches sich unter ganz anderen Umständen in jenen Säuren auflöst, und nie zum Anschießen zu bringen ist. Das Verhalten des Mangan mit jenen Säuren kann man eben so, wie beim Braunsteinvitriol vorgeschlagen worden ist, zur Abscheidung des Eisens benutzen, wenn man die Auflösungen abdampft, den Rückstand im Wasser auflöst und filtrirt. Obgleich ich gestehe, daß ich aus den so erhaltenen Krystallen kein reguliniſches Mangan habe erhalten können, so zweifle ich doch keinesweges, daß nicht der ganze Mangangehalt wirklich in den Krystallen befindlich gewesen seyn sollte, und daß nur die geringe Quantität derselben Schuld war, warum der Versuch mißlang *).

§. 158.

*) Späteren Chemikern, den Hrn. Gehlen und Berzelius, ist es wirklich gelungen, ein Verfahren auszumitteln, Eisen und Mangan völlig zu trennen. Es besteht in der Anwendung der bernsteinsauren und benzösauren Neutralsalze, mit denen die völlig neu-

§. 158. Vom Verhalten des Eisens mit Nickel.

Das Nickel, oder das neue, von Cronstedt zuerst entdeckte, von ihm in den Abh. d. Schwed. Akad. f. 1751 und 1754 beschriebene, und darauf von Bergman in einer besondern Abhandlung genauer untersuchte Halbmetall, besitzt ebenfalls ganz eigenthümliche Eigenschaften, und ist mit dem Eisen eben so innig verbunden, als das Mangan. Bergman hat dargethan, daß das Nickel auf keine Weise eisenfrei dargestellt werden konnte. Diese Schwierigkeit, eisenfreies Nickel zu erhalten und der Mangel an diesem Metall, sind Ursachen, warum ich das Verhalten desselben mit Eisen in verschiedenen Verhältnissen nicht angeben kann; indeß habe ich doch folgende Versuche anstellen können.

1. Es wurden 2 Ct. von dem bekannten silber- und nickelhaltigen Thon von der Eisengrube zu Brattfors in Wärmeland geröstet, und dann auf die gewöhnliche Art mit einem Zusatz von schwarzem Fluß und Glas geschmolzen, wodurch ich einen Regulus von 68 Pfund oder 34 Procent und ein dunkelblaues Glas erhielt. Der Regulus war weiß, etwas spröde, hatte einen körnigen Bruch und ward in kleinen Stücken vom Magnet gezogen. Mit Scheidewasser verhielt er sich, wie das Nickel

neutralisirte Auflösung des Manganeisens versetzt wird. Die Auflösung muß aber beide Metalle im höchsten Grade der Oxydation enthalten, weil nur alsdann das bernsteinsaure und das benzösaure Eisen als unauflöslich im Wasser angesehen werden können. Nach meinen Versuchen bewirken beide Säuren die Abscheidung des Eisens vom Mangan gleich vollkommen, indem die Auflöslichkeit des bernsteinsauren und des benzösauren Manganoxyds fast gleich groß ist. — Die vom Hrn. John vorgeschlagenen kleesauren Neutralsalze wollten mir keine reine Abscheidung des Eisens gewähren, weil sich bei der nothwendigen starken Concentration zugleich kleesaures Mangan mit niederschlug. Eben dies ist der Fall bei der Anwendung der vom Hrn. Richter vorgeschlagenen weinsteinsauren Verbindungen. (Vergl. Bucholz in Gehlen's Neuem chem. Journal Bd. II. S. 515-531. und in dessen Journal für Chemie u. Physik III. 122. Berzelius in Gehlen's Journ. f. Chem. u. Phys. II. 285. — John a. a. O. III. S. 455. und Simon IV. 409.)

Nickel gewöhnlich zu thun pflegt und gab eine grüngefärbte Auflösung. Aus der blanken Farbe des Glases und aus dem Verhalten gegen den Magnet ergab sich aber deutlich, daß er weder von Kobalt noch von Eisen frei war. Der Regulus ward, so wie er war, mit eben so viel zerpulvertem Stahl geschmolzen, wobei nur ein Abbrand von 5 Procent statt fand. Der erhaltene Regulus stellte ein ganz gleichartiges Gemisch dar, verhielt sich ganz zähe unter dem Hammer und ließ sich ziemlich pletschen, ehe er Kantenrisse bekam. Auf dem Bruch hatte er das Ansehen von feinem Stahl, er war lichtgrau und ward wie reines Eisen vom Magnet gezogen. Wegen des Kobaltgehaltes des Nickels läßt sich nicht gewiß bestimmen, ob die Zähigkeit des Gemisches vom Nickel oder vom Kobalt herrührt. Weil wir aber weiter unten (§. 161.) sehen werden, daß das reine Kobalt mit dem Eisen keinen zähen, sondern einen spröden Regulus giebt, so mag die Zähigkeit im vorliegenden Fall wohl durch das Nickel bewirkt worden seyn, welches auch mit dem Verhalten bei andern Versuchen übereinstimmt; wenigstens ist es als erwiesen anzusehen, daß das Nickel dem Eisen die Geschmeidigkeit nicht entzieht, obgleich andere Mischungen mit mehr oder weniger arsenikfreiem Nickel sich vielleicht anders verhalten können.

2. Ich erhielt von dem Kasselschen Blaufarbenwerk eine drusige, weiße und wahrscheinlich schon geschmolzene Metallmasse, die durch ihren grünen Beschlag auf einen Gehalt von Nickel deutete. Durch starkes Rösten im Probirofen zeigte sich, wie dies gewöhnlich der Fall ist, ein starker Gehalt an Schwefelsäure und Arsenik, wobei ein Gewichtsverlust von $40\frac{1}{2}$ Procent statt fand und ein grünlichgrauer Kalk erhalten ward, der weder vor noch nach dem Rösten vom Magnet gezogen ward, obgleich aller Arsenik, der die Wirkung des Magnet allenfalls hätte verhindern können, verflüchtiget worden war. Dieses abgeröstete Nickel ward mit schwarzem Fluß und

Glas

Glas verblasen und gab einen Regulus von 60 Procent, dessen zufälliger Silbergehalt sich unten zu einigen reinen Silberkörnern angesammelt hatte, welche sich sehr leicht vom Nickel, das in kleinen Körnchen noch vom Magnet angezogen ward, abtrennen ließen. Das Nickel löste sich nun mit einer grünen Farbe im Scheidewasser auf und hinterließ einen braunen Rückstand, der in Eisenocker bestand. Kaustisches Alkali schlug das Nickel aus dieser Auflösung als einen hellgrünen, und die Blutlauge theils als einen gelbgrünen, theils als einen gelblichbraunen Kalk nieder, der durch Reiben ebenfalls eine grüne Farbe annahm und nach dem Glühen nicht vom Magnet gezogen ward. Mit Borax gab er ein violettes Glas, dessen Farbe man durch die Flamme des Blaserohrs eben so, wie die Farben des Mangan, nach Belieben entstehen und vergehen lassen konnte. Ich glaubte aus diesem Kalk ein ganz eisenfreies Nickel reduciren zu können, allein ich bekam durch das Schmelzen mit schwarzem Fluß, Glas und etwas Kohlenstaub einen Regulus, der fast eben so stark, als reines Eisen, vom Magnet gezogen ward *).

Nach Bergman ist das Verhalten des Nickel mit dem Eisen folgendes:

a. Das Nickel hebt die Geschmeidigkeit des Eisens nicht allein nicht auf, sondern es bewirkt sogar, eben so wie der Kobalt, eine geschmeidige Mischung nach dem Schmelzen, welches beim bloßen Eisen der Fall nicht zu seyn pflegt.

b. Es

*) Daß das Nickel wegen seiner vollkommenen Dehnbarkeit, wegen seiner Unveränderlichkeit an der Luft und im Wasser, und wegen des Verhaltens seiner Oxyde, sich in hoher Glühhitze für sich allein zu Metall zu reduciren, zu den edlen Metallen gerechnet werden müsse, hat Hr. Richter zuerst dargethan. Das reine Metall wird vom Magnet eben so stark als das Eisen angezogen, auch kann es selbst magnetisch werden, welche letztere Eigenschaft durch Beimischung von Arsenik verloren geht. (Gehlen's Neues Journ. f. Chemie II. 61 u. f. III. 244. u. f.)

b. Es verhindert die Wirkung des Magnet auf das Eisen nicht allein durchaus nicht, sondern es verursacht vielmehr, daß das Gemisch, nach mehrmaligem Umschmelzen mit Schwefel und nach öfterem Rösten und Reduciren, magnetisch bleibt, und nicht bloß vom Magnet gezogen, sondern auch selbst magnetisch wird, indem sich die abgehämmerten Stücken unter einander wie wirkliche Magnete anziehen, wozu indeß das Hämmern auf dem verstählten Amboß viel beitragen kann (§. 36, 4.).

c. Das Gemisch wird im Feuer zuletzt so strengflüssig als geschmiedetes Eisen, verhält sich aber im Feuer und gegen die Auflösungsmittel wie Nickel.

d. Es verliert durch das Umschmelzen mit reducirenden Flüssen nichts von seinem Gewicht, und kann also als Zusatz beim Probiren armer Eisenerze, die ihren Eisengehalt schwer hergeben, gebraucht werden. Das Nickel verbindet sich alsdann mit dem wenigen Eisen und schützt es gegen die Zerstörung, so daß die Gewichtszunahme des Nickels die Quantität des Eisens angiebt.

Das Nickel ist übrigens mit dem Eisen so nahe verwandt, daß man es für ein modificirtes Eisen halten könnte, wenn es nicht ganz eigenthümliche Eigenschaften besäße. Es löst sich z. B., ohne den geringsten Kupfergehalt zu haben, in Säuren mit einer grünen Farbe auf; es giebt an der Luft einen grünen Beschlag und beim Kalciniren einen grünen Kalk; mit den Säuren entstehen grüne Salze, die sich bei der Anwendung von Salpetersäure schon um die Glasstöpsel ansetzen; durch das Niederschlagen mit allen bekannten Fällungsmitteln erhält man beständig einen Kalk, der nach der Reduktion vom Magnet gezogen wird u. s. f.

§. 159. Vom Verhalten des Eisens mit Nickel und anderen Metallen zugleich.

Weil man den Eisengehalt des Nickels nicht kennt, indem er sich nicht abscheiden läßt, so scheint es unnöthig zu seyn, noch mehr Eisen zuzusetzen. Das Verhalten mit Kupfer und Zink ist schon oben (§. 142, 3, 4. a.) angegeben; es entsteht nämlich ein halbgeschmeidiges Metallgemisch, welches dem chinesischen Pakfong ähnlich ist.

1. Ich vermengte gleiche Theile eisen- und kobalthaltiges Nickel, welches aus dem Thon von Brattfors reducirt war und reines Kupfer, schmolz das Gemenge mit etwas schwarzem Fluß und Borax, und goß es in den Einguß. Das erhaltene Metallgemisch war ziemlich weiß, ließ sich auch etwas schmieden ehe es brach, und konnte gefeilt und polirt werden. Kleine Spänchen davon wurden vom Magnet angezogen.

2. Es wurden $\frac{1}{2}$ Ct. Messing und $\frac{1}{4}$ Ct. Nickel zerpulvert und zusammengemengt, und dann ohne irgend einen weiteren Zusatz in einen Tiegel gethan, welcher verkittet und $\frac{1}{4}$ Stunde lang vor dem Gebläse in der Probiresse erhalten ward. Der Regulus, welcher 73 Pfund wog, schien ganz gleichartig zu seyn; er hatte äußerlich die Farbe des Messings, inwendig war er feinkörnig und hatte eine dunkelgraue ins röthliche stechende Farbe. Er ließ sich etwas pletschen, gut feilen, poliren und schaben; die Politur hielt sich sehr gut und hatte die weiße Farbe des 13löthigen Silbers. Der Magnet zog nicht ein Stäubchen davon an, welches um so unerwarteter war, als das Nickel sehr stark vom Magnet gezogen ward, und der Zusatz von Kupfer oder Messing die Wirkungen des Magnet sonst nicht aufzuheben pflegt. Ich darf indeß nicht unbemerkt lassen, daß das bei diesem Versuch angewendete Nickel aus einem schweren, leberfarbenen und fast gediegenen Nickelerz (§. 160, 3.)

aus

aus dem Kasselschen geschmolzen worden war. Um zu sehen, ob die Behauptung richtig ist, daß die weißen Metallgemische durch das Umschmelzen mit Soda geschmeidiger werden sollen, ward der Regulus von 73 Pfund mit gleichen Theilen reinem Mineralalkali und mit etwas Glas und schwarzem Fluß, durch $\frac{1}{4}$stündiges Blasen zu einem Regulus umgeschmolzen, der dieselben Eigenschaften hatte, wie der vorige; er war nämlich halbgeschmeidig, hatte nach dem Feilen eine sehr weiße Farbe, und ward eben so als vorher durchaus nicht vom Magnet gezogen. Die schwarze Farbe des entstandenen Glases gab zu erkennen, daß der Gewichtsverlust des erhaltenen Regulus, der nur 68 Pfund wog, vom Eisen herrühren müsse.

3. Von eben diesem Nickel wurden 23 Pfund mit eben so viel **Kupfer** zu einem Metallgemisch geschmolzen, welches fast eben so weiß war, als das vorige; es verhielt sich aber unter der Feile härter und unter dem Hammer spröder, als jenes, ohne jedoch im mindesten vom Magnet gezogen zu werden. Als Fluß zur Decke ward schwarzer Fluß, Soda und Krystallglas angewendet, wodurch ich ein dunkeles hoch granatfarbenes Glas erhielt, welches an den Kanten durchscheinend war. Der Abbrand betrug 5 Pfund.

4. Dies Metallgemisch (3) ward mit dem dritten Theil, oder mit 20 Pfund Bohrspänen von grauem Roheisen versetzt und auf die nämliche Art zu einem reinen, aus **Nickel**, **Kupfer** und **Eisen** bestehenden Metallgemisch, welches durch den Fluß einige Procent am Gewicht verloren hatte, geschmolzen. Das Glas war schwarz gefärbt, ließ aber an den Kanten ein grünlichblaues Licht durch. Das Gemisch war weißer, als die beiden vorhin angeführten, und zwar vollkommen so weiß, als 13löthiges Silber; es verhielt sich aber auch fester und derber unter dem Hammer, und ließ sich bedeutend ausrecken, ehe es Brüche bekam. Es ward eben so

stark, als völlig reines Eisen, vom Magnet gezogen, auch ließ es sich eben so leicht, als Messing, feilen, und nahm mit dem Polirstahl und mit Polirpulver eine sehr schöne Politur an. Im Bruch war es stahldicht, und gab daher eine gute Composition zu einem weißen und fast völlig geschmeidigen Metallgemisch. Durch einen größeren Zusatz von Kupfer ward es noch geschmeidiger. Im §. 162, 3. werden wir ein ähnliches Metallgemisch kennen lernen. Das Verhalten des Pakfong gegen die Schwefelleber wird sogleich (§. 160, 4.) näher auseinander gesetzt werden.

§. 160. Von der Scheidung des Nickels vom Eisen.

Bergman hat in seiner Abhandlung vom Nickel gezeigt, daß dies sonderbare Metall zwar von seinen gewöhnlichen Begleitern, nämlich von Arsenik, Kobalt und von der Schwefelsäure, abgeschieden werden könne, daß es aber gar kein Mittel gebe, das Eisen, welches sich beständig durch den Magnet zu erkennen giebt, völlig zu trennen. Folgende Versuche verdienen indeß hier eine Stelle zu finden.

1. Man glaubte das Nickel in dem grünen Salz, welches sich an den möglichst dicht eingeschliffenen Glasstöpseln aus der Auflösung des Nickels in Scheidewasser absetzt, außerhalb der Flasche zu Krystallen anschießt und beständig feucht bleibt, wenigstens einigermaßen rein anzutreffen. Dieses Salz hat die besondere Eigenschaft, daß die wäßrige Auflösung desselben, auf rein polirtes Eisen getröpfelt, einen kupfer- oder eigentlich messingfarbenen Fleck absetzt, der entweder bloß durch Anlaufen oder durch einen theilweisen Niederschlag des Nickels durch das Eisen, aber erweislich nicht durch einen Kupfergehalt entsteht. Aus dieser Auflösung schlug Blutlauge einen grauen aschfarbenen Kalk, ohne

eine

eine sichtbare Spur von Berlinerblau nieder. Dieser Kalk ward durch Glühen in einer starken Hitze schwarz, verhärtete sich wie Eisenkalk, ward eben so, wie reines Eisen, vom Magnet gezogen und gab mit Borax ein grünliches Glas. Das kohlensaure flüchtige Alkali färbte jene Auflösung nicht blau, sondern schlug bloß einen weißen, ins grünliche spielenden Kalk nieder, der nach dem Glühen aschgrau und stark vom Magnet gezogen ward. Der durch fixes Alkali bewirkte Niederschlag verhielt sich genau eben so.

2. Auch auf dem trockenen Wege, oder durch Schmelzen versuchte ich das Eisen aus dem Kasselschen Nickel (§. 159, 2.), welches vorher vom Arsenik, Kobalt und von der Schwefelsäure gereinigt worden war, abzuscheiden. Der Regulus ward, nach Cronstedt's Methode, auf der Kohle vor dem Blaserohr geschmolzen und in starker Hitze mit Borax abgetrieben, wobei das Eisen mit schäumenden Funken verbrannt und abgeschieden ward. Als schon über $\frac{3}{4}$ der Masse abgebrannt waren und das Funkensprühen aufhörte, ward der zurückgebliebene Regulus immer noch vom Magnet gezogen. Die Abscheidung läßt sich also durch diese Methode auch nicht vollkommen bewerkstelligen, obgleich sie vielleicht in dem Fall, wenn der Nickel weniger eisenhaltig ist als dieses, am vorzüglichsten seyn mag. Das Verschlacken durch Borax gelingt am besten im offenen Tiegel vor dem Gebläse, auch scheint ein kleiner Zusatz von Salpeter zur Zerstörung des Eisens und des beibrechenden Kobalts sehr nützlich zu seyn.

3. Der leberfarbene schwere Kupfernickel von dem Kasselschen Blaufarbenwerk ist von allen Nickelerzen, die ich gesehen habe, das reichste und so gut wie gediegen. Zerpulvert und auf einem Scherben im Probirofen abgeröstet, ward er sogleich grünlich, fing an sich über den Scherbenrand zu erheben, und stieß einen sehr starken Rauch aus, der vorzüglich in der Kälte sehr sichtbar

war. Der Rauch war ganz geruchlos und setzte auf kaltem Eisen kein Sublimat ab. Auf dem Nickelpulver hatte sich zwar ein weißer Staub niedergeschlagen, der aber sogleich wieder verrauchte.

a. Als ich das halbgeröstete Pulver nach starkem Glühen heraus gezogen hatte, um es noch mehr zu verpulvern, fanden sich unter dem Reibhammer einige runde metallische Körner, die sich während dem Rösten reducirt hatten und besonders aufbewahrt wurden.

b. Das Erz ward nun noch weiter geröstet, bis kein Rauch mehr zum Vorschein kam. Es hatte jetzt eine gelblichgrüne Farbe und am Gewicht $23\frac{1}{4}$ Procent verloren.

c. Von diesem abgerösteten Erz ward 1 Ct. wie eine Kupferprobe verblasen, wobei sich ein Regulus von $50\frac{1}{2}$ Procent ausschied, der eine weiße ins röthliche spielende Farbe hatte. Er war weich unter der Feile, spröde unter dem Hammer, körnig im Bruch, lief in der Hitze mit einer blauen Farbe wie Eisen an, ward in starken Stükken vom Magnet gezogen und bekam durch starkes Glühen eine schwarze Farbe.

d. Die Körner, welche sich während dem Rösten reducirt hatten (a), waren wirkliches Nickelmetall. Vom Magnet wurden sie nicht gezogen; in Scheidewasser und in Königswasser lösten sie sich mit einer grünen Farbe auf, und das Metall ward daraus durch Pflanzenalkali als ein grüner Kalk niedergeschlagen, der durch Rösten schwarz ward und wenig Anziehung zum Magnet zeigte. Als ich ein Stück reines Zink in die letzte mit Wasser verdünnte Auflösung stellte, setzte sich um das Zink eine klare weiße Gallerte ab, ohne daß sich eine Spur von Eisen zeigte. Die Auflösung blieb eben so grün, als sie vorher war. Durch polirtes Eisen ließ sich keine Spur von Kupfer auffinden.

e. Das rohe ungeröstete Erz löste sich mit großer Heftigkeit und in ungewöhnlicher Menge in Königswasser

mit

mit einer smaragdgrünen Farbe auf. Von Kupfer ließ sich keine Spur auffinden, auch gaben Zink, Blutlauge und adstringirende Mittel nicht die geringste Anzeige auf Eisen.

f. Das zerflossene Weinsteinsalz schlug das Nickel aus dieser Auflösung als einen leichten hellgrünen Kalk nieder, der nach dem Trocknen fast weiß ward und während dem Glühen stark nach Arsenik roch, und eine schöne hochgrüne Farbe annahm. Für sich allein ließ er sich vor dem Blaserohr nicht schmelzen und ward auch nicht vom Magnet gezogen. Mit Borax geschmolzen gab er ein braunes ins violette spielende Glas. — Ich führe dies absichtlich an, um zu zeigen, wie schwierig es ist, den Eisengehalt im Nickel aufzufinden, obgleich derselbe in dem reducirten Metall bedeutend zu seyn scheint.

g. Um das äußerste Mittel zur Abscheidung des Eisens aus dem Nickelregulus (c) anzuwenden, schmolz ich denselben, nach Engeströms Methode (Abh. d. Schwed. Akad. f. 1775), zu wiederholten malen mit Schwefelleber mit einem angemessenen Zusatz von Salpeter, wodurch ich endlich nach vieler Mühe einen Regulus erhielt, der im höchsten Grade spröde und weiß war, und nicht im mindesten vom Magnet gezogen ward. Ich glaubte nun den Zweck völlig erreicht zu haben, und schmolz zu mehrerer Ueberzeugung ein Stück von diesem Regulus vor dem Blaserohr in einer ganz geringen Hitze zu einer runden Perle, die nun wieder ganz und gar vom Magnet gezogen ward und beim Schmelzen etwas nach Arsenik roch. Es geht hieraus hervor, daß alle bis jetzt bekannten Mittel zur Abscheidung des Nickels vom Eisen, und umgekehrt, nicht zureichen, wenn nicht etwa das Nickel selbst magnetisch ist *).

4. Um

*) Dies ist in der That der wahre Grund, warum Hr. K. in die Reinheit der erhaltenen Nickelkönige Mißtrauen setzte. Die Schei-

4. Um das Eisen vom Nickel zu scheiden, wurden $6\frac{1}{2}$ Loth rohes unverarbeitetes chinesisches Pakfong auf die eben beschriebene Art mit Schwefelleber und Salpeter geschmolzen, woraus ich in zwei verschiedenen Schmelzungen etwa $\frac{1}{2}$ Loth, oder genauer, 8 Procent reines Nickel in zwei gleich schweren Körnern erhielt. Das eine von diesen Körnern ward nicht im geringsten vom Magnet gezogen; als es aber mit Glasgalle umgeschmolzen ward, hob der Magnet fast das ganze Korn. Das zweite Korn war ohne vorhergegangene Umschmelzung dem Magnet ganz und gar folgsam. Aus der Schlacke von der zweiten Schmelzung ward etwas Kupfer niedergeschlagen, welches eine sehr hohe Farbe hatte und sehr weich, geschmeidig und so eisenfrei war, daß die Schabespänchen davon durchaus nicht vom Magnet gezogen wurden. Die Unmöglichkeit, das Eisen vom Nickel zu scheiden, ergiebt sich also auch aus diesem Versuch, den ich vorzüglich deshalb anstellte, weil das Pakfong den geringsten Eisengehalt hat, der sich nach meiner Meinung, die sich aber nicht bestätigte, am leichtesten abscheiden lassen mußte. Dieser Versuch giebt übrigens einen Aufschluß über das Verhalten des Nickels, Kupfers und Eisens im Pakfong, welches außerdem noch etwas Ko-

Scheidung des Eisens soll nach Richter schon durch starkes Abdampfen einer salpetersauren Auflösung des eisenhaltigen Nickels erfolgen, indem das Eisen beim Aufweichen im Wasser als Oxyd zurückbleibt. Der Hinterhalt des Eisens wird durch einen Zusatz von Ammonium zu der wäßrigen Auflösung bewirkt, indem das Eisen dadurch niedergeschlagen wird, Nickel und Kobalt aber aufgelöst bleiben. Schwieriger ist aber die Trennung des Kobalt vom Nickel, welche nur durch wiederholtes Abdampfen der Flüssigkeit, Abscheidung des zuerst niederfallenden Kobaltoxyds, Auflösen des durchs völlige Verdunsten erhaltenen Oxyds in Salpetersäure, Verdunsten der Auflösung, Auflösen der Salzmasse in Ammonium und Erhitzen der Auflösung bewirkt werden kann. Aus den Versuchen des Hrn. R. geht hervor, daß er wirklich ganz reines Nickel erhalten und schon die Entdeckung, ohne es selbst zu wissen, gemacht hat, daß sich die Nickeloxyde in der Glühhitze von selbst reduciren, welches das beste Verfahren seyn mag, völlig eisen- und kobaltfreies Nickel zu erhalten.

Kobalt enthalten soll (§. 142, 3.), den ich diesmal nicht gefunden, aber auch nicht gesucht habe. Die Scheidungsmethode mit Schwefelleber ist in den Fällen, wie der vorliegende, sehr anwendbar, vorzüglich wenn die Verhältnisse zwischen dem Auflösungs- und Niederschlagungsmittel erst genauer untersucht und ausgemittelt sind, ohne welches die häufigen und wiederholten Schmelzungen, ehe man sich daran gewöhnt, etwas beschwerlich sind.

§. 161. Vom Verhalten des Eisens mit Kobalt.

Das Kobalt scheint das dritte Halbmetall zu seyn, welches sich mit dem Mangan und dem Nickel um die nähere Verwandtschaft zum Eisen streitet, indem es sich eben so innig und in allen Verhältnissen, wie diese, mit dem Eisen verbindet. Man findet es selten oder gar nicht frei vom Eisen, so daß Lehman und mehrere Metallurgen lange behauptet haben, das Kobalt sey nichts weiter, als eine Verbindung von Kupfer, Eisen und Arsenik. Brandt war der erste, der in den Actis Upsal. 1735 durch gründliche Versuche darthat, daß es ein eigenthümliches Halbmetall sey, welches spätere Erfahrungen auch vollkommen bestätiget haben, vorzüglich seitdem man das Nickel als ein besonderes Halbmetall kennen lernte, welches vorzüglich in den deutschen Bergwerken ein getreuer Begleiter des Kobalt ist, und die deutschen Chemiker deshalb so oft irre geführt hat.

Das Verhalten des Kobalt mit Eisen ergiebt sich am besten aus Brandt's (Abh. d. Schwed. Akad. f. 1746) Abhandlung über das besondere Kobalterz aus der Kupfergrube bei Ritterhütte, woselbst es noch jetzt, obgleich selten, bricht. Dieses Kobalterz kommt nesterweise in eisenschüssigen Kupfererzen vor, und hat dieselbe Farbe, wie Arsenikkies, ohne jedoch Arsenik, sondern bloß eine bedeutende Quantität Schwefelsäure zu enthalten, wel-

welche mit zu wenig Phlogiston verbunden ist, um als Schwefel zu erscheinen. — Wenn die Schwefelsäure durch sehr mühsames Rösten ausgetrieben ist, so wird der geröstete Kobalt ganz schwarz, wodurch er sich vom Arsenikkies unterscheidet, der durch die Kalcination immer ein rothes oder rostfarbenes Pulver giebt. — Vor dem starken Gebläse einer Schmiedeesse erhielt ich durch ein ½stündiges Blasen, bloß mit einem Zusatz von Kohlenstaub, einen metallischen Regulus, der Kobalt zu seyn schien. — Als ich den gerösteten Kobalt auf die gewöhnliche Art mit einem Zusatz von Kiesel und Alkali auf Saffor probirte, bekam ich zwar eine gute blaue Farbe, aber ein Regulus wollte sich nicht niederschlagen. — Auch durch einen Zusatz von reducirenden Flüssen und durch ein ¼stündiges Blasen vor der Probiresse konnte ich keinen metallischen Regulus erhalten. — Als ich den Versuch mit einem Zusatz von reinem Kohlenstaub anstellte, bekam ich nach ½stündigem Blasen bloß einige kleine Körner, die vom Magnet gezogen und durch Waschen aus dem Kohlenstaub gesammelt wurden, welche sich aber nach wiederholten Versuchen vor dem Gebläse nicht zusammenschmelzen lassen wollten. Nachdem diese Körner aber in einem starken Tiegel mit gewöhnlichen Eisenflüssen ½ Stunde lang der heftigsten Hitze ausgesetzt worden waren, erhielt ich aus den eingewogenen 50 Pfunden ein Korn von 43 Pfund. Dies Korn war so zähe, daß es sich kalt zu einem Blech ausrecken ließ, welches im Schraubstock zerbrochen werden mußte, und auf dem Bruch das Ansehen des fadigen, langsehnigen, guten und zähen Stabeisens hatte und auch eben so stark vom Magnet gezogen ward. — Die eine Hälfte dieses Korns ließ sich mit Borax und Kieselmehl durch ein 45 Minuten lang anhaltendes Blasen nicht zum Schmelzen bringen, sondern verwandelte sich mit dem Fluß in ein bräunliches Glas. Die zweite Hälfte des Korns ward mit denselben Zusätzen, aber in einer stärkeren Hitze, indem

indem eine ganze Stunde lang geblasen ward, zu einem reinen Korn geschmolzen, dessen obere Fläche ein besonderes blumiges Ansehen hatte. Dies Korn war nun eben so geschmeidig, aber strengflüssiger als vorher; es ward mit gleichen Theilen weißen Arsenik und Kieselmehl und mit doppelt so viel Pottasche vor dem Gebläse in ½ Stunde geschmolzen, und gab einen schönen blauen Glasfluß und einen kleinen spröden Regulus, der gar nicht mehr vom Magnet gezogen ward. Als dieser Regulus aber zerpulvert und mit derselben Glasmasse umgeschmolzen ward, erhielt ich ein eben solches blaues Glas und ein ganz kleines Korn, welches der Magnet nicht zog. — Brandt führt mehrere Versuche an, um zu beweisen, daß Eisen und Stahl allein, mit einem Zusatz von Arsenik, keine blaue Farbe oder Saflor geben können; auch hat er gezeigt, daß die entstandenen arsenikhaltigen Eisenkönige kein schwarzes, sondern ein bräunliches Pulver geben, wodurch sich bei fortgesetztem Schmelzen mit den vorhin genannten Glasflüssen durchaus keine blaue Farbe darstellen läßt.

Aus den obigen Versuchen geht hervor:

a. Daß das Erz wirkliches Kobalterz war, welches viel Eisen und wenig Kobalt enthielt.

b. Daß das Eisen, auch in großer Quantität, die Eigenschaft des Kobalt, ein feuerfestes blaues Glas zu geben, nicht aufheben kann.

c. Daß das Eisen nicht Roheisen, sondern wirkliches gaares Stabeisen war, geht sowohl aus der Geschmeidigkeit des Korns, als aus der Strengflüssigkeit im Feuer hervor, indem das Stabeisen strengflüssiger ist, als Roheisen.

d. Daß das Verhältniß des Eisens sehr groß gewesen seyn muß, leuchtet daraus ein, daß das Kobaltmetall eben so leichtflüssig ist, als Silber *), daß es aber

*) Dies ist unrichtig; fein Silber schmelzt schon bei 28°, Kobaltmetall erst bei 130° Wedg., also in einer Hitze, welche das Roheisen zum Schmelzen erfordert.

aber einen spröden Regulus giebt, der sich zerpulvern läßt. Wenn das Erz also mehr Kobalt als Eisen enthalten hätte, so würde es keine so starke Hitze zum Schmelzen erfordert, und auch kein hämmerbares Produkt gegeben haben.

e. Daß sich beide Metalle leicht zusammenschmelzen lassen, und zwar um so leichter, je überwiegender das Verhältniß des Kobalt zum Eisen ist.

f. Daß das Kobalt die Wirkung des Magnet nicht hindert, und daß ein Gemisch aus 3 Theilen Kobalt und 1 Eisenfeilspan noch vom Magnet gezogen wird.

g. Daß das stabeisenartige Produkt vor der Hinzukunft des Arsenik keine blaue Farbe geben wollte, rührt von der starken verglasenden Eigenschaft des Arsenik her, indem sich das von dem vielen Eisen umhüllte wenige metallische Kobalt nicht eher verschlacken konnte, als bis es durch das Arsenik dazu gebracht ward, obgleich dieses sonst zur Hervorbringung der blauen Farbe durchaus nicht erforderlich ist.

h. Daß die Verbindung des Eisens mit Kobalt durch die bis jetzt bekannten Mittel nicht getrennt werden kann, weil sich beide Metalle in denselben Auflösungsmitteln auflösen lassen, und weil die Reduction und die Verglasung bei beiden unter denselben Bedingungen statt findet.

i. Daß ein geringer Zusatz von der blauen Kobaltfarbe das schwarze Glas von Eisen blau färben kann, so daß ein aus eisenhaltigem Farbenkobalt bereiteter Saflor eben so wohl aus verglastem Eisen, als aus verglastem Kobalt besteht.

k. Daß eine geringe Beimischung von Kobalt das Eisen nicht kaltbrüchig macht, sondern ein gutes zähes Eisen giebt, wogegen die Verbindung des metallischen Arsenik mit Eisen, sowohl auf dem Bruch, als auch in Rücksicht der anderen Eigenschaften, dem kaltbrüchigen Eisen gleicht.

Ich

Ich habe diesen kurzen Auszug aus Brandt's Versuchen über den Kobalt von Ritterhütte deshalb mittheilen zu müssen geglaubt, weil man daraus den besten Aufschluß über das Verhalten des Eisens mit Kobalt erhält. Daß das viele Eisen aus diesem Kobalterz eine geschmeidige Beschaffenheit annahm, rührt wohl theils daher, weil das Erz gar keinen Arsenik enthielt, welches bei den Kobalterzen etwas seltenes ist, theils mag aber auch die Schwefelsäure des Erzes die Ursache seyn, indem dieselbe, wie ich bereits an anderen Orten gezeigt habe, die Eigenschaft besitzt, das sprödeste Eisen geschmeidig zu machen. Merkwürdig bleibt es indeß, daß sich das leichtflüssigere Kobalt, ohne das viel strengflüssigere Eisen nicht reduciren lassen wollte, und daß sich das erstere auch in der heftigsten Hitze nicht von dem letzteren trennte, woraus die innige Verwandtschaft beider Metalle deutlich erhellet.

Um zu sehen, ob andere Kobalterze ein ähnliches Verhalten beim Zusammenschmelzen mit Eisen äußern würden, suchte ich von der Malmwiksgrube bei Åtwidaberg unter den Kupfererzen eine Art von Glanzkobalt aus, der mit Glimmer und Schwefelkies zusammenbrach. Beim Rösten im Probirofen gaben sich, durch den Zusatz von Kohlenstaub, Schwefel und Arsenik zu erkennen, und der Rückstand war ein schwarzes Pulver.

1. Es wurden $2\frac{1}{2}$ Ct. von jenem Erz mit 4 Ct. schwarzem Fluß und 3 Ct. Glas vor dem Gebläse in 20 Minuten zu einem Regulus von 51 Pfund geschmolzen, das Erz also zu 20 Procent ausgebracht. Das Metall war spröde und hatte auf dem Bruch das Ansehen des grellen Roheisens. Das Glas war schwarz, ohne eine Anzeige auf Blau, obgleich das Erz mit dem gewöhnlichen Glasfluß aus Kieselmehl und Pottasche ein blaues Glas gab.

2. Von diesem Metall wurden 75 Pfund und 25 Pfund granulirter Stahl mit einem Zusatz von schwarzem

Fluß,

Fluß, etwas Glas und Kohlenstaub zusammengeschmolzen, wobei ich einen Regulus von 97 Pfund erhielt, so daß also nur 3 Procent Abgang statt gefunden hatten. Der Regulus war etwas hart und weniger spröde, als der vorige, und hatte einen körnigen hellgrauen Bruch.

3. 24 Pfund von demselben Regulus (1) wurden mit 8 Pfund Stahl und mit demselben Fluß, wie vorhin, zu einem runden Korn geschmolzen, welches 32 Pfund wog, also gar keinen Abgang gehabt hatte. Unter dem Hammer verhielt es sich ganz spröde und hatte einen grobspiegelnden Bruch, wie Wismuth. Das Glas war schwarzgrau, etwas war indeß übergelaufen und hatte den Tiegel äußerlich blau gefärbt. Der Regulus ward eben so wie der vorige stark vom Magnet gezogen.

Diese Versuche beweisen, daß das Eisen durch Zusammenschmelzen mit Kobalt nicht immer geschmeidig bleibt, sondern daß es dabei vorzüglich auf die größere oder geringere Reinheit des letzteren ankommt, indem der Arsenikgehalt des Gemisches in diesem Fall wohl die Ursache der Sprödigkeit desselben gewesen seyn mag. Soll die Mischung aber Geschmeidigkeit besitzen, so muß sie wenigstens dreimal so viel Eisen als Kobalt enthalten, auch muß das Kobalt nicht arsenikhaltig seyn, sondern keine weitere Beimischung als reine Schwefelsäure haben. Weil das Kobalt indeß an der feuchten Luft eine Veränderung erleidet, und sich mit einem theils grünlichen theils röthlichen Ueberzug oder Kalk bedeckt, das Eisen hingegen bekanntlich rostet, so läßt sich von der Verbindung dieser beiden Metalle für die Künste und Handwerke keine vortheilhafte Anwendung erwarten. Mehr Werth haben sie ein jedes für sich allein, das Kobalt zum luxuriösen, das Eisen zum nothwendigen Gebrauch. Es ist daher wichtiger, die Mittel zu kennen, sie von einander zu scheiden, als mit einander zu verbinden.

4. Um

4. Um die Wirkung des Kobaltglases auf Eisen zu fahren, würden einige Eisendrathringe mit Leim be- richen, dann mit zerpulvertem dunkelblauem Kobalt- as oder Smalte überzogen, und in mit Kohlenstaub mengten Thon gelegt, der erst lufttrocken gemacht nd dann der Schmelzhitze im Windofen ausgesetzt ward. ie Hitze war indeß nicht so stark, daß die Ringe, wie es wünschte, zusammenschweißten, sie verwandelten aber in einen ganz feinen und zähen Stahl, ohne n ihrer Blankheit etwas zu verlieren. Die Smalte also ein guter Zusatz zu Oberflächenhärtungen bei fei- n Arbeiten, z. B. bei Uhrkettenringen u. s. f., die nicht spröde seyn dürfen; man legt diese Arbeiten in zer- lverte Birkenkohlen und giebt eine starke Glühhitze.

162. Vom Verhalten des Eisens mit Kobalt und mehreren Metallen zugleich.

1. Ein Theil eisenhaltiges Kobalt, welches stark m Magnet gezogen ward, 2 Messing und $\frac{1}{2}$ Arsenik molzen sehr leicht zu einem ganz weißen, dichten, aber röden und harten Gemisch, welches durch Schleifen t Polirpulvern einen guten Spiegelglanz annahm, sich er nicht feilen ließ, sondern kleine Körnchen an der ile absetzte (§. 142, 4. l.).

2. Ein Theil von demselben Kobalt und 2 reguli- sches Spiesglanz gaben beim Schmelzen in Kohlen- ub ein sehr gleichförmiges aber sprödes Gemisch, wel- s sich leicht zerpulvern ließ, und auf dem Bruch eine ulichweiße Farbe und ein dichtes schlackiges Ansehen tte. Der Magnet zog kein Stäubchen davon; das piesglanz hielt also das wirklich vorhandene Eisen zen die sonst untrüglichen Wirkungen des Magnet borgen.

3. Ein anderes Stück Kobalt vom Kasselschen Blau- benwerk zu Carlshafen, welches durchaus nicht vom

Mag-

Magnet gezogen ward, wurde mit gleichen Theilen Messing zu einem weißen und spröden Metallgemisch geschmolzen, dessen Feilspäne ziemlich stark vom Magnet gezogen wurden, also auf die Anwesenheit des Eisens hindeuteten.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß das eisenhaltige Kobalt eben so wenig, als wir es vorhin beim Nickel gesehen haben, durch die Verbindung mit Kupfer und Zink, oder mit Messing, ein geschmeidiges weißes Metallgemisch giebt, obgleich einige Metallurgen es behaupten wollen.

§. 163. Von der Scheidung des Eisens vom Kobalt.

Brandt's Versuche mit dem eisenhaltigen Kobalt von Ritterhütte geben wenig Hoffnung, die Scheidung beider Metalle auf dem trockenen Wege, oder durch Schmelzen, bewerkstelligen zu können. Auch das Schmelzen mit solchen Salzen, welche das Eisen verschlacken und dadurch die Zerstörung desselben bewirken, z. B. mit Glasgalle, Salpeter, Harnsalz u. s. f., führt zu keinem Zweck, weil das Kobalt dadurch eben so stark verglast wird, aus welchem Grunde auch der Borax kein vollständiges Scheidungsmittel abgiebt. — Scheffer hat (chemische Vorlesungen §. 325.) den Schwefel als Scheidungsmittel vorgeschlagen, aber auch dieser ist unzureichend. Es bleibt daher nur noch die Scheidung auf dem nassen Wege übrig, zu welchem Ende folgende Versuche angestellt wurden *).

a. Unter den schwedischen Kobalterzen ist das von der Kobaltgrube zu Los in Helsingland das reinste. Es ward 1 Ct. davon erst gehörig geröstet und dann mit schwar-

*) Die völlige Abscheidung des Eisens vom Kobalt auf nassem Wege ist ebenfalls schwierig und kann nur auf die in der Anmerk. zum §. 160. erwähnte Art bewerkstelligt werden.

schwarzem Fluß verblasen, wodurch ich einen Regulus von 45 Pfund erhielt, der vor und nach dem Rösten stark vom Magnet gezogen ward, folglich sehr eisenhaltig war. Mit Salpetersäure gab er, wie gewöhilich, eine rothe Auflösung, die durch stärkere Verdünnung mit Wasser rosenroth ward.

b. In dieser verdünnten Auflösung macht die Blutlauge zuerst eine röthlichbraune Trübung, wie bei der Kupferauflösung; die Farbe verändert sich aber durch einen stärkeren Zusatz von Blutlauge bald in grün, und wenn die Auflösung vollkommen mit Blutlauge gesättiget ist, so hat der Niederschlag eine im höchsten Grade dunkelblaue fast schwarze Farbe; reines Alkali giebt einen röthlichen Niederschlag. Jener Niederschlag von Berlinerblau ward durch die Kalcination schwarz und folgte dem Magnet wie reines Eisen, gab aber beim Schmelzen mit Glasflüssen eine schöne blaue Farbe und hatte keinen merklichen Arsenikgeruch.

c. Reines Pflanzenalkali bringt sogleich eine lichte bläuliche und violette Trübung hervor, und wenn die Auflösung gesättiget ist und ohne Umrühren ruhig stehen bleibt, so setzen sich mehrere Niederschläge ab, von denen der unterste graugrün, der darauf folgende hellblau, dann violett und der oberste weiß ist. Alle diese verschiedenen Niederschläge wurden so genau als möglich von einander getrennt und jeder für sich untersucht. Den untersten hielt ich für den eisenhaltigsten; er ward auch durch Kalciniren schwarz, und schmolz vor dem Blaserohr sehr leicht mit einem arsenikalischen Geruch zu einer Schlackenperle, welche stark vom Magnet gezogen ward, und zuletzt ein schönes blaues Glas gab. Die anderen violetten Niederschläge schwärzten sich auch an der Luft, waren ebenfalls dem Magnet folgsam und gaben ein schönes blau gefärbtes Glas, welches sich aber etwas ins violette zog. Die oberen Niederschläge schienen mehr Arsenik, als der unterste, zu enthalten.

d. Als

d. Als diese Kobaltauflösung mit der Hälfte von einer Auflösung des Eisens in Salpetersäure versetzt und dann Alkali zugesetzt ward, schlug sich das Eisen zuerst rostfarben, ohne eine Anzeige auf Kobaltfarbe nieder, obgleich der Niederschlag wirklich Kobalt enthielt. Selbst dann, wenn 1 Theil von der Eisenauflösung mit 20 Theilen von der Kobaltauflösung zusammengegossen wurden, kam bei den Niederschlägen bloß das Eisen mit einer gelben, obgleich jetzt sehr hellen Farbe, ohne einen Stich ins violette zum Vorschein. Wenn die Rostfarbe des Eisens also durch die schöne violette Farbe des Kobalt versteckt werden soll, so müssen beide Metalle von Natur sehr innig mit einander verbunden und das Eisen nicht in zu großer Menge vorhanden seyn. Merkwürdig ist es indeß, daß der aus beiden Auflösungen zu gleichen Theilen erhaltene rostfarbene Niederschlag noch ein blaues Glas gab, welches durch das Eisen nicht bedeutend schlechter geworden war.

e. Weil sich das Kobalt in allen bekannten Säuren eben so, wenn nicht noch schneller und stärker, als das Eisen, oder als irgend eins von den übrigen Ganz- oder Halbmetallen auflöst, so kann es weder durch Auflösung noch durch Niederschlagung (es sey in metallischer Gestalt oder in Säuren aufgelöst), noch durch die gewöhnlichen Mittelsalze, nach den von Lehman angestellten Versuchen, geschieden werden. Wenn man eine möglichst reine Spiesglanzauflösung in Salpetersäure oder in Königswasser zu einer Auflösung des Kobalt in eben dieser Säure gießt, so entsteht zwar kein Niederschlag, durch die Verdünnung mit Wasser schlägt sich das Spiesglanz aber bekanntlich als ein weißes Pulver nieder, und nimmt, welches wirklich merkwürdig ist, das Kobalt mit sich, welches den ganzen Niederschlag nach dem Filtriren röthlich färbt. Dieser Niederschlag schmelzt vor dem Blaserohr zu einer schwarzen Schlacke, die gar nicht vom Magnet gezogen wird, aber ein schönes blaues

Glas

Glas giebt, also etwas mehr eisenfrei ist, indem das Eisen in der Auflösung zurückbleibt.

f. **Lehman** erhielt aus der Auflösung des Kobalt in Vitriolsäure, bei vorsichtigem Abdampfen, hochrothe carminfarbene Kobaltvitriolkrystalle, welche sehr eisenfrei zu seyn schienen, weil sie mit Galläpfel keine schwarze Farbe gaben. Die Vitriolsäure scheint das Kobaltmetall also stärker, als das Eisen, wenn es in geringer Menge vorhanden ist, anzugreifen.

g. Als ich die Auflösung des Kobalt im Königswasser mit Wasser verdünnte und einen Zinkstab hineinstellte, ward derselbe stark angegriffen und das Eisen schlug sich auf dem Zink als ein schwarzes, abfärbendes und leichtes Pulver nieder. Feilspäne von Zink schlugen das Eisen theils rostfarben, theils schwarz nieder, und der Niederschlag war mit zerfreßnem Zink gemengt. Die davon abgeseihete klare und violette Auflösung gab mit Blutlauge keine Spur von Berlinerblau, hielt aber sehr viel Zink aufgelöst, welches durch Alkali zugleich mit dem Kobalt als ein weißer ins violette spielender Kalk niedergeschlagen ward, woraus sich das Zink nicht anders, als durch Kalciniren mit Kohlenstaub, abscheiden ließ. Der zurückbleibende weiße kobalthaltige Zinkkalk ward beim Kalciniren auf einem Scherben im Probirofen in einer gelinden Glühhitze hellgrün, in einer stärkeren Hitze aber dunkelgrün, und erhielt eine schöne hohe Farbe, welche als Mahlerfarbe gewiß sehr brauchbar ist, weil sie nicht so unbeständig ist und nicht so ins gelbliche fällt, als das Spangrün. Ich rieb den grünen Kalk mit Montamie's Emailleglas zusammen, und nahm ihn zum Bemahlen des gebrannten cölnischen Biscuit; er verlor seine grüne Farbe in der Schmelzhitze und der Kobalt erschien mit einer im ungewöhnlich hohen Grade blauen Farbe (Abh. d. Schwed. Akad. 1780 und weiter unten §. 183.)

h. Das Niederschlagen des Eisens durch Zink aus der Kobaltauflösung scheint wirklich die leichteste und sicherste Scheidungsmethode zu seyn. **Lehman** hat sie ebenfalls angewendet, und bemerkt in seiner Cadmiologie, daß ein Skrupel reines Zink, welches er in $1\frac{1}{2}$ Unzen von einer Auflösung des Kobalt in Salzsäure warf, sogleich heftig angegriffen ward, und einen metallischen Eisenniederschlag in Gestalt eines schwarzen glänzenden Schlammes bewirkte, den er durch Filtriren von der oben stehenden rosenrothen Auflösung absonderte. Nach dem Aussüßen und Trocknen wog dieser Niederschlag, der eben so stark als reines Eisen vom Magnet gezogen ward, 7 Gran. Pflanzenalkali schlug aus der filtrirten rothen Auflösung ein rosenrothes Pulver von ungewöhnlich hoher Farbe nieder, welches durch Schmelzen mit gewöhnlichen Zusätzen das schönste blaue Glas gab.

i. Ich versuchte dies Scheidungsmittel auch bei der Auflösung des eisenhaltigen Kobalt von Los in Salpetersäure anzuwenden. Nach dem Verdünnen mit reinem Wasser ward ein Stück reingefeiltes Zink in die Auflösung gestellt, welches sehr stark angegriffen, und nach Verlauf von einigen Stunden, als sich nichts mehr auflösen wollte, wieder herausgenommen ward, wobei es mit einer schwarzen Rinde umgeben war, welche aus Eisen bestehen sollte. Nach dem Glühen, wobei sie ihre schwarze Farbe behielt, ward sie aber durchaus nicht merklich vom Magnet gezogen, sondern gab, mit Glasflüssen geschmolzen, eine schöne blaue Smalte und einen kleinen Kobaltkönig; war also mehr Kobalt als Eisen. Die abfiltrirte Flüssigkeit hatte eine bleiche rothe Farbe. Pflanzenalkali gab damit einen eben so gefärbten Niederschlag, der größtentheils aus Zink bestand. Nach dem Trocknen und Kalciniren ward dieser Niederschlag ganz schwarz und stark vom Magnet gezogen, gab aber beim Schmelzen mit Borax ein schönes blaues Glas.

k. Die

k. Die Auflösung des Kobalt in Salzsäure, welche grün gefärbt ist, gab beim Niederschlagen mit Zink ein besseres Resultat, indem der größte Theil des Eisengehalts durch Zink niedergeschlagen ward. Als ungeröstetes arsenikhaltiges Kobalt in Königswasser aufgelöst wurde, schlug das Zink das Arsenik, in Verbindung mit Eisen und Kobalt, als ein weißes Pulver nieder, welches ebenfalls ein blaues Glas gab. Unter g habe ich bereits angeführt, daß diese Scheidungsmethode bei der Anwendung von Vitriolsäure besser zu gelingen scheint.

l. Als ich die Fällung mit Feilspänen von Zink versuchte, schlug sich auch Arsenik als eine weiße, mit etwas Eisen und Kobalt verbundene Gallerte nieder, die vor dem Blaserohr zu einer schwarzen Glasperle schmolz. Der unaufgelöst gebliebene Zinkfeilspan lag mit einer schwarzen Farbe auf dem Boden zusammengesintert, und gab durch Glühen einen grasgrünen Kalk, der wie Nickel aussah. Für sich allein ließ er sich nicht schmelzen, ward auch nicht vom Magnet gezogen, aber mit Borax schmolz er zu einem klaren etwas bläulichen Glas. Mit Salpetersäure gab er eine farbenlose Auflösung, woraus Alkali einen weißen Niederschlag bewirkte. Aus allen diesen Erfahrungen geht hervor, daß die Scheidung des Eisens vom Kobalt durch Niederschlagen mit Zink nur dann gelingt, wenn man das Arsenik vorher durch die Kalcination verflüchtiget, und wenn das Kobalt in Vitriolsäure aufgelöst wird.

m. Ich erhielt von Tunaberg einen sehr weißen spiegelnden Glanzkobalt in polyedrischen Krystallen, der nach der Probe $22\frac{1}{2}$ Procent reguliniſches Metall gab, welches nicht vom Magnet gezogen ward, und daher eisenfreier als das Kobalt von Los zu seyn schien. Als aber durch starkes Kalciniren etwa 12 Procent Schwefelsäure und Arsenik abgedampft worden waren, äußerten sich die Wirkungen des Magnet sehr deutlich,

obgleich weniger stark, als auf das Kobalt von Los. Als ich dieses kalcinirte Kobalt mit schwarzem Fluß und Glas eine gute Stunde lang in der stärksten Hitze schmolz, erhielt ich einen ganz weißen, derben, aber spröden Regulus, von dem der Magnet große Stücken anzog.

n. Dieses rohe Kobalt löste sich in Königswasser mit Heftigkeit auf, und gab damit eine rosenrothe Auflösung, aus welcher sich durch langsame Verdampfung regelmäßige rhomboidalische rubinrothe Krystalle absetzten, welche Kobalt, Arsenik und Eisen enthielten.

o. Eben dieses, aber vorher kalcinirte Kobalt gab mit Vitriolsäure eine rosenrothe Auflösung, aus welcher sich bei starker Abdampfung auf dem Boden und auf den äußeren Wänden des Gefäßes eine rothe krystallinische Kobaltsalzrinde absetzte. Die koncentrirte Vitriolsäure ließ sich ganz klar abgießen, und gab durch einen Zusatz von Blutlauge nicht eine Spur eines Kobaltgehalts und nur sehr wenig Eisengehalt zu erkennen.

p. Die Auflösung dieser rothen Salzrinde in warmem Wasser ward behutsam abgedunstet, es wollten aber keine Krystalle anschießen; dagegen lösten sich die zugesetzten Feilspäne von Zink auch ohne Hülfe von Wärme nach und nach auf, wodurch sich das Eisen als ein rostfarbener Ocker niederschlug, der durch Filtriren abgeschieden ward, worauf das Kobalt und das Zink mit einer hellen violetten Farbe niedergeschlagen wurden.

§. 164. Vom Verhalten des Eisens mit Arsenik.

Die genauere Kenntniß von den Bestandtheilen und dem Verhalten des Arsenik mit anderen Körpern haben wir vorzüglich Scheele zu verdanken, dessen Versuche sich in den Abh. d. Schwed. Akad. f. 1775 befinden. Ich brauche daher nur einige Versuche anzuführen, welche über das Verhalten dieses Halbmetalles mit dem

Ei-

Eisen, vorzüglich auf dem trockenen Wege, einigen Aufschluß geben können, wobei ich mich theils des Arsenikkalkes, oder des weißen Arseniks, theils des mit Salpeter fixirten Arseniks bediente, um zu erfahren, unter welchen Umständen es durch das Zusammenschmelzen mit Eisen Phlogiston aufnimmt und wieder metallisch wird.

1. Um über das Verhalten des Arsenikkalks mit verschiedenen Eisenarten in der Glühhitze, ohne einen Zusatz von Phlogiston, Aufschluß zu erhalten, nahm ich zwei gleich große Stücken von zähem und weichem Osemundeisen, und von sehr kaltbrüchigem Eisen aus Småländischen Wiesenerzen, welches sich in der Kälte, ohne Kantenbrüche zu bekommen, nicht hämmern ließ, und außerdem noch ein Stück Eisendrath, der durch kaltes Hämmern leicht spaltete. Alle diese drei Eisenarten wurden mit zerflossenem fixem Arsenik bestrichen, und, mit feinem Schleifsteinsand umgeben, in einen Cementirkasten gelegt, der, in einem Windofen gestellt, zwei Stunden lang einer starken Glühhitze ausgesetzt wurde. Nach dem Erkalten zeigten sich folgende Erscheinungen:

a. Das zähe Eisen war mit einer schwarzen, aus dem Sand und Glühspan, so wie aus dem Alkali im Arsenik entstandenen Schlackenrinde bedeckt. Unter der Rinde, die sich sehr leicht abtrennen ließ, fand sich ganz blankes und reines Eisen, das unter dem Hammer noch weicher war, als vorher. In der Kälte ließ es sich zu einem dünnen Blech ausrecken, ohne Kantenbrüche zu bekommen. In der Weißglühhitze roch es stark nach Arsenik und verbreitete einen unangenehmen Knoblauchgeruch. Man konnte es roth- und weißwarm schmieden und biegen, ohne daß es Brüche bekam, im Gegentheil schien es noch weicher geworden zu seyn, als es vorher war. Nach dem Erkalten verhielt es sich eben so zäh, nahm auch keine Härte beim Ablöschen im Wasser an,

und

und warf in einer starken Schweißhitze weiße und rothe, schwere, aber nicht zischende Funken.

b. Das Stück Eisendrath verhielt sich eben so. Merkwürdig ist es, daß es sich in der Kälte ohne Kantenbüche zu einem dünnen Blech ausrecken ließ und daß es auch so dicht geworden war, daß es nicht mehr spaltete.

c. Auch das kaltbrüchige Eisen war mit einer schwarzen glasigen Schlacke umgeben, die sich leicht abtrennen ließ, und unter welcher das Eisen mit einer blanken silberweißen Farbe zum Vorschein kam. In der Kälte hielt es das Schmieden etwas länger aus, als vorher, ehe es Kantenbrüche erhielt; auch weißwarm ließ es sich ziemlich gut schmieden, aber in der Rothglühhitze ward es rissig und kantenbrüchig, wobei es, wie das zähe Eisen, stark nach Arsenik roch. Durch Ablöschen im Wasser ward es zwar nicht gehärtet, aber es erhielt doch eine weiße und blanke Fläche, wie Stahl, und verhielt sich nun beim Schmieden in der Kälte fast eben so spröde, als vorher, war auch auf dem Bruch noch etwas grobkörniger geworden.

Es geht hieraus hervor, daß das weiche und zähe Eisen durch das Arsenik, ohne einen Zusatz von brennbaren Stoffen, keinesweges verschlechtert oder kaltbrüchig, sondern vielmehr noch dichter wird, als vorher *). Das kaltbrüchige Eisen verbessert sich dagegen durch die Behandlung mit Arsenik nicht allein nicht, sondern es wird noch kaltbrüchiger, und bekommt neben dem Kaltbruch auch noch Rothbruch, so daß es noch unbrauchbarer wird, als vorher.

2. Das Verhalten des Eisens mit Arsenik in der Glühhitze, bei einem Zusatz von Brennbarem, suchte ich dadurch auszumitteln, daß ich einige Enden von sehr zähem

*) Daß das Arsenik das Eisen wahrscheinlich rothbrüchig macht, hat Vauquelin gezeigt. (Gehlen's Journal für Chemie u. Physik V. 154.)

zähem Eisendrath auf dieselbe Art, wie vorher, mit fixem Arsenik bestrich und, in Kohlenstaub gelegt, in einen Tiegel brachte, der gut verkittet in einen Windofen gestellt und eine Stunde lang geglühet ward. Nach dem Erkalten fand ich die untern Enden aller Dräthe zu kleinen Kügelchen geschmolzen, welche einen Arsenikgehalt hatten, indem sie beim Glühen sehr stark nach Arsenik rochen und so ungeschmeidig wie sprödes Roheisen geworden waren. Während dem Glühen hatten sich kleine runde Eisenkörner ausgeseigert. Der nicht geschmolzene Theil der Eisendräthe hatte sich bei den feineren Dräthen durch und durch in Stahl verwandelt, bei den gröberen war aber in der Mitte ein Eisenstrang mit glänzendem Korn, wie dies gewöhnlich der Fall zu seyn pflegt, stehen geblieben. Dieser Versuch zeigt also, welche Aenderung der Zusatz von Kohlenstaub im Verhalten des Eisens mit Arsenik hervorbringt.

3. Um die Wirkungen einer stärkeren Hitze, als der Kalcinationshitze, zu erforschen, brachte ich ein Gemenge von 1 Ct. Roheisenbohrspänen und $\frac{1}{2}$ Ct. fixem Arsenik mit etwas Kohlenstaub in einen Tiegel, und setzte denselben $\frac{1}{4}$ Stunde lang dem Gebläse aus. Nach dem Erkalten fand ich das Roheisen zu größeren und kleineren Körnern geschmolzen, von denen sich einige ziemlich hart unter dem Hammer verhielten und sich auch etwas pletschen ließen, ehe sie brachen. Andere waren spröder im Bruch und hatten eine bläulichweiße Farbe, wie Zink; alle wurden aber so stark wie reines Eisen vom Magnet gezogen. Mit Borax verschlackten sie sich vor dem Löthrohr sehr leicht zu einem schwarzen Glase, wobei sie zischende weiße Funken auswarfen und stark nach Arsenik rochen. 21 Pfund von diesem arsenikalischen Eisen gaben durch 6stündiges Kalciniren im Probirofen ein schwarzes Pulver, welches nicht mehr vom Magnet gezogen ward und 27 Pfund wog, also eine Gewichtszunahme von 28$\frac{1}{2}$ Procent erhalten hatte. Um zu erfah-

fahren, ob das Arsenik die Farbe, welche das Eisen den Glasflüssen gewöhnlich mittheilt, verändern könne, wurden 8 Pfund von diesem kalcinirten schwarzen Eisenkalk mit einer Glasfritte aus 1½ Ct. Krystallglas, ½ Ct. Salpeter, eben so viel Borax und weißem Fluß zusammengeschmolzen; ich erhielt indeß nur ein chrysolitfarbenes Glas, welches durch die doppelte Quantität Eisenkalk kolofonienfarbig ward, ohne die geringste Spur von Blau, wie Einige erhalten zu haben vorgeben, zu bemerken. Nach einem halben Jahr waren die Eisenkörner durch das Liegen in feuchter Luft stark verrostet, so daß das Arsenik also das Rosten des Eisens nicht verhindern kann *).

4. Um das Verhalten des Eisens mit Arsenik bei der Sublimation auszumitteln, wurden 2 Ct. feine Roheisenbohrspäne mit eben so viel krystallinischem weißen Arsenik gemengt, in einen großen irdenen Kolben, woran eine gläserne, vorne mit einer Oeffnung versehene Vorlage luftdicht gelegt worden war, gethan, und der Kolben ein Paar Stunden lang einer gleichförmigen Glühhitze in der Probiresse ohne Gebläse ausgesetzt. Nach dem Erkalten fand ich in dem Hals der Retorte ein schwarzgraues Sublimat, und die Vorlage war inwendig mit einer Rinde überzogen, die aus zusammengesinterten reguliniſchen Arsenikkörnern bestand, welche zunächst an dem Kolben, wo die Hitze am stärksten gewesen war, in gröberen metallisch glänzenden Stücken erschienen, und sich näher nach der Oeffnung der Vorlage in ein feines, schwarzes, metallisches Pulver verwandelt hatten, welches theils aus kleinen metallischen Körnern, theils aus einer von kleinen schwarzbraunen Krystallen zusammengesetzten glänzenden Rinde bestand. Der Magnet äußerte keine Wirkung auf das Sublimat, dessen Farbe nicht im geringsten gelblich oder röthlich war,

*) Nach Bergman (Opusc. II. 281.) soll sich das Eisen mit noch mehr als gleichen Theilen Eisen verbinden können.

war, welches der Fall seyn müßte, wenn das gaare etwas rothbrüchige Roheisen wirklich Schwefel enthielte, wie einige Metallurgen behaupten wollen. Der Rückstand in der Retorte war schwarz und wog 273 Pfund, also durch den Arsenikzusatz 73 Pfund mehr, als vorher, obgleich sich etwas Eisen mit sublimirt hatte. Der größte Theil dieses schwarzen arsenikalischen Eisens war schon in Schmelzung übergegangen und ward ziemlich stark vom Magnet gezogen; es wurde mit 450 Pfund Arsenik versetzt, und zu einem Regulus und zu mehreren kleineren sehr kuglichen Körnern umgeschmolzen, die sehr hart und spröde waren und auf dem Bruch ein stahlartiges Ansehen hatten. Der Magnet zeigte die starke Beimischung von Arsenik nicht an, denn er zog, wie beim Eisen, vier kleine hinter einander gereihete Kugeln gleich einer Kette an. Es ist merkwürdig, daß das Arsenik auf das Eisen eben so wirkt, wie auf das Blei, daß es nämlich zur Kugelbildung beim Gießen beiträgt.

Das reguliniſche Arsenik läßt sich auf diese Art in der größten Quantität und mit den geringsten Unkosten darstellen. Die Auflösungen des feinsten sublimirten Pulvers und der oben erwähnten Krystallrinde in Scheidewasser färbten sich mit Blutlauge etwas blau, wodurch die Behauptung, daß sich etwas Eisen bei der Sublimation mit verflüchtiget, bestätiget wird.

§. 165. Von der Verbindung des Eisens mit Arsenik und mehreren Metallen zugleich.

Das Verhalten der Mischung aus Eisen und Arsenik mit den edlen Metallen, mit Gold, Platin und Silber, ist noch nicht untersucht worden, weil man sich von diesen Verbindungen keinen Nutzen versprechen konnte, indem man wußte, daß alle Metalle durch den Zusatz von Arsenik spröder werden. Mit Kupfer und mehreren Metallen zugleich, z. B. mit Zink und Zinn, sind

sind mehrere Versuche angestellt und bereits oben (§. 152, 4. a. d. e. h. k. §. 147, 1, 11.) mitgetheilt worden. Aus jenen Versuchen geht auch hervor, wie das Arsenik die Verbindung des Eisens mit diesen Metallen bewirkt, und wie man die Verbindung des Eisens mit dem Weißkupfer, oder mit einer Mischung aus Kupfer und Arsenik löthen und übergießen kann (§. 143, 2.). Außerdem habe ich noch mit folgenden Gemischen Versuche angestellt.

1. Magnes arsenicalis, lapis de tribus, oder der so genannte Pyrmasonstein, ist ein mit großer Vorsicht zusammengeschmolzenes Gemisch aus gleichen Theilen Arsenik, Spiesglanz und Schwefel, welches das Ansehen eines röthlichbraunen Glases hat. Es wurden 2 Ct. Roheisenbohrspan und 1 Ct. Pyrmasonstein mit einem Zusatz von Krystallglas im Tiegel geschmolzen, wodurch ich einen großen Regulus und einige kleine oben auf dem Glase liegende Körner, zusammen 264 Pfund erhielt, die sämmtlich stark vom Magnet gezogen wurden, sehr spröde waren und auf dem Bruch ein stahlartiges Ansehen hatten. Oben auf dem Glase lag eine schwarze, abfärbende, reißbleiartige Masse. Das spröde Metallgemisch löste sich im Scheidewasser, vorzüglich in der Wärme, mit Heftigkeit auf, gab aber eine trübe milchfarbene Auflösung, woraus sich der Schwefel als ein schwarzer Schaum abschied, der durch starkes Kochen wieder verschwand. Die Auflösung nahm nun eine gelbe Farbe an, und ward mit der Zeit ganz klar, indem sich ein weißes Pulver niederschlug. Dieses weiße Pulver roch beim Glühen stark nach Arsenik, ward schwarz und war dem Magnet eben so folgsam, als reines Eisen. Aus der klar gewordenen Auflösung schlug Pflanzenalkali einen gelben Eisenocker nieder, der durch Glühen eine schwarzbraune Farbe erhielt und nicht vom Magnet gezogen ward.

2. Rin-

2. Ringe von Eisendrath, die mit dem Pulver von Pyrmasonstein bestreut, in mit Gestübbe gemengten Thon gelegt und einer starken Weißglühhitze ausgesetzt worden waren, wurden durch die äußerlich angefangene Schmelzung des Eisens gewissermaßen zusammengelöthet oder geschweißt; die Löthung war aber so spröde, daß sie kein starkes Hämmern aushalten konnte, obgleich sie eine neue Glühhitze und das Ablöschen im Wasser gestattete.

3. Es ist merkwürdig, daß die mit Pyrmasonstein bestreuten Drathringe äußerlich zwar eine harte Rinde erhalten, übrigens aber nichts stahlartiges angenommen hatten und sich auch durch Ablöschen im Wasser nicht härteten, obgleich sich andere Drathenden, die in demselben Thon demselben Hitzgrad ausgesetzt gewesen waten, vollkommen in Stahl verwandelt hatten.

4. Der oben erwähnte Regulus aus Eisen und Pyrmasonstein verbreitete, wenn er nach dem Zerpulvern im Probirofen kalcinirt ward, einen starken Geruch nach Arsenik, welches sich dadurch ganz abscheiden ließ. Das Pulver nahm 10 Procent am Gewicht zu, ward schwarz, folgte dem Magnet nicht mehr und gab, mit Emailleglas gemengt, eine gelbe Glasur.

5. Es wurden 150 Pyrmasonstein und 25 zerpulverter Stahl mit einem Zusatz von schwarzem Fluß und Glas in einem lutirten Tiegel, durch 12 Minuten lang anhaltendes Blasen, zu einem Regulus geschmolzen, der nicht mehr als 45 wog, und dessen ihn umgebende pechschwarze Schlacke hinlänglich zu erkennen gab, daß dabei viel Eisen verschlackt worden seyn müsse, und daß man seinen Gehalt an Pyrmasonstein ganz sicher zur Hälfte annehmen könne. Dieser Regulus ward nicht eher beträchtlich vom Magnet gezogen, als bis ein Theil des Arsenik durch Kalcination mit Kohlenstaub verflüchtiget worden war; er verhielt sich spröde und mürbe, und schattirte auf dem Bruch ins hellgraue.

6. Ein

6. Ein Theil Eisen, 3 Blei und 2 Arsenik wurden mit Kohlenstaub im Tiegel zusammengeschmolzen und im Einguß ausgegossen. Nach dem Erkalten lag das Eisen für sich allein als ein großes Korn mit Blei umgeben. Das Eisen war spröde, strahlig im Bruch wie rohes Spiesglanz, und hatte alles Arsenik, welches sich beim Schmelzen vor dem Blaserohr durch den Geruch zu erkennen gab, in sich aufgenommen. Das Blei zeigte nicht die geringste Spur eines Gehalts von Arsenik oder Eisen, und verhielt sich eben so, wie wir unten (3) beim Wismuth sehen werden.

7. Das Verhalten mit Nickel und Kobalt ist mehr als zu sehr bekannt, weil diese Metalle selten oder nie anders, als in Verbindung mit Eisen und Arsenik, vorkommen, so daß die Abscheidung derselben viel beschwerlicher ist, als ihre Verbindung. Arsenik kann das Eisen in diesen Mischungen sehr häufig vor den Wirkungen des Magnet verbergen, wie wir bereits gesehen haben.

8. Um zu sehen, ob das Arsenik vielleicht ein Anneigungsmittel zwischen dem Eisen und dem Wismuth abgeben würde, wurden 4 Theile Wismuth mit 1 Eisen und 2 weißem Arsenik in einem ausgefütterten Tiegel bloß mit Zusatz von Kohlenstaub geschmolzen. Das Gemisch rann sehr flüssig in den Einguß; nach dem Erkalten fand sich aber, daß das Eisen als ein einziges Korn mitten im Wismuth lag, welches sehr leicht vom Eisen abzusondern war, und wobei noch folgendes zu bemerken vorkam:

a. Das Wismuth schien dem äußeren Ansehen nach unverändert zu seyn, hatte aber so viel Eisen aufgenommen, daß feine Stäubchen vom Magnet gezogen wurden.

b. In Salpetersäure löste sich das Wismuth mit großer Heftigkeit auf, und gab eine grünliche Auflösung, welche sich durch Verdünnung mit hinlänglichem Was-

Wasser zuerst nur auf gewöhnliche Art trübte und einen weißen Kalk absetzte; nach einigen Stunden hatten sich aber kleine, weiße, durchsichtige, schuppige Krystalle auf dem Boden und an den Seiten des Glases angelegt.

c. Der geringe Eisengehalt blieb in der Auflösung zurück, und gab sich mit Blutlauge durch die blaue Farbe zu erkennen.

d. Das niedergeschlagene Wismuthsalz ließ sich auf der Kohle vor dem Blaserohr leicht zu einem Regulus reduciren, ohne einen Arsenikgeruch, der sich auch beim Abtreiben des Regulus in der Hitze nicht spüren ließ, zu verbreiten.

e. Das Eisenkorn war ganz spröde und weich, und ließ sich sehr leicht zerpulvern. In Salpetersäure löste es sich mit Heftigkeit mit einer braunen Farbe und mit Zurücklassung eines schwarzen schlammigen Bodensatzes auf. Vom Magnet ward es stark angezogen, und schmolz vor dem Löthrohr leicht zu einem Metallkorn, welches in stärkerer Hitze nach Arsenik roch und Funken sprühte.

f. Vitriolsäure schlug aus der salpetersauren Auflösung keinen Eisenvitriol nieder, welches auf die Anwesenheit des Arsenik hindeutete (§. 166, 2. a.).

g. Durch die stärkste Verdünnung mit Wasser schlug sich aus der Auflösung kein Wismuth nieder; das Arsenik hatte sich also wegen seiner näheren Verwandtschaft mit dem Eisen verbunden und das Wismuth rein zurückgelassen.

h. Sympathetische Tinte (§. 166, 2. h.) gab einen reichlichen Niederschlag von Arsenik und Eisen, wodurch das Angeführte bestätiget wird.

§. 166.

§. 166. Wie das Eisen vom Arsenik befreit werden kann.

1. Eine vollkommene Abscheidung des Arsenik ist ohne eine gleichzeitige Zerstörung des Eisens kaum möglich. Wenn viel Arsenik mit dem Eisen verbunden ist, so läßt sich zwar ein Theil in starker Glühhitze mit dem bekannten Knoblauchsgeruch abdampfen; diese Verdampfung findet aber nur auf der Oberfläche statt, und das Eisen wird dadurch zugleich zerstört und verschlackt, und hält, so lange es sich im metallischen Zustand befindet, noch immer eine große Quantität Arsenik zurück. Das sicherste Mittel bleibt also, das arsenikhaltige Eisen durch Kalciniren zu verkalken oder zu verschlacken, und dann in einer mittelmäßigen Glühhitze mit einem Zusatz von Kohlenstaub, Ruß, Leinöl oder Sägespänen von Fichtenholz zu rösten. Der Arsenikkalk wird dadurch zum Theil reducirt und gänzlich verflüchtiget, so daß der zurückbleibende reine Eisenkalk alsdann für sich reducirt werden kann. Hierauf gründet sich auch die Erfahrung, daß man die arsenikalischen Eisenerze ohne Nachtheil zur Roheisenerzeugung anwenden kann, wenn man das Arsenik vorher durch eine gute Röstarbeit verflüchtiget, wozu die Erze aber so klein als möglich zerschlagen werden müssen *).

2. Zur Auffindung des Arsenikgehalts und zur Abscheidung desselben vom Eisen in den Niederschlägen aus der gemeinschaftlichen Auflösung in Salpetersäure, habe ich viele Versuche angestellt, von denen folgende vielleicht einigen Aufschluß geben können.

a. Wenn man Vitriolsäure zur Auflösung des Eisens in Scheidewasser gießt, so entsteht bekanntlich eine Erhitzung, und es entwickeln sich viele Dämpfe von Salpetersäure, wobei sich das Eisen mit der Vitriolsäure ver-

*) Es versteht sich, daß der Arsenikgehalt nicht sehr bedeutend seyn darf, weil die gänzliche Verflüchtigung des Arsenik unmöglich ist.

verbindet, und als feines weißes Salz, oder als Eisenvitriol niederfällt. Sobald sich in der Auflösung aber eine beträchtliche Quantität Arsenik befindet, so entsteht zwar eine milchartige Trübung aber kein Niederschlag von Eisenvitriol *).

b. Wird zu dem salpetersauren Eisen eine Auflösung von reinem Spiesglanz in Salzsäure getröpfelt, so trübt sich die Flüssigkeit und nimmt eine gelbe Farbe an, wobei sich das Spiesglanz mit derselben Farbe niederschlägt. Wenn sich aber Arsenik mit in der Auflösung befindet, so erfolgt beim Zusammengießen beider Auflösungen nur dann erst ein Niederschlag, wenn sie mit Wasser sehr stark verdünnt werden, wobei eine milchweiße Trübung entsteht, und das Spiesglanz zuletzt (jedoch sehr langsam) als ein weißes Pulver niederfällt.

c. Die Salzsäure schlägt das Arsenik, obgleich sie sonst nur eine geringe Wirkung darauf äußert, aus der Salpetersäure nieder.

d. Wenn Alkalien zu einer sehr arsenikalischen Eisenauflösung in Salpetersäure behutsam hinzugetröpfelt werden, so giebt sich das Arsenik zuerst durch einen weißen Niederschlag zu erkennen, der anfänglich bald wieder verschwindet, aber nach erfolgter Sättigung mit Alkali zu Boden fällt, und von Eisenocker, der eine ungewöhnlich helle Farbe hat, bedeckt wird. Wird das Gemenge von diesen beiden Kalken mit vielem reinem Wasser gekocht, so löst sich der gröste Theil des Arsenik auf, und läßt den Eisenocker mit der gewöhnlichen Rostfarbe zurück.

e. Eisen mit der Hälfte fixem Arsenik zusammengeschmolzen, löste sich in der Siedhitze in Salzsäure mit einer hellgelben Farbe auf. Auf dem Boden des Gefäßes

*) Ob in beiden Fällen ein Niederschlag entsteht, oder nicht, hängt bloß von dem Concentrationszustand der salpetersauren Auflösung ab, weshalb die Anwendung der Vitriolsäure zur Entdeckung des Arsenikgehalts unsicher und verdächtig ist.

fäßes blieb ein schwarzer, rußartiger, unauflöslicher Rückstand, der vor dem Löthrohr einen starken Arsenikdampf verbreitete, und einen kleinen Eisenspan zurückließ, den der Magnet sehr schnell anzog. Das Arsenik läßt sich also ohne Hülfe des Feuers auch auf diese Art nicht abscheiden.

f. Eben dies arsenikalische Eisen ward langsam in Vitriolsäure aufgelöst, wobei sich ein weißes Pulver niederschlug, welches sich fest am Glase ansetzte. Dies Pulver war entweder Arsenik, das sich in der verdünnten Säure nicht auflösen wollte, oder Arsenikvitriol, der nicht aufgelöst bleiben konnte, sondern sich immer mehr und mehr abschied, so daß dies vielleicht ein Mittel abgiebt, die Gegenwart des Arsenik nicht allein aufzufinden, sondern dasselbe auch vom Eisen zu trennen *).

g. Auch das Zink gewährt ein, obgleich nur unvollkommenes, Mittel zur abscheidung beider Metalle. Als ich ein Stück rein gefeiltes Zink in eine Auflösung aus gleichen Theilen Eisen und Arsenik in Salpetersäure stellte, schlug sich das Eisen zuerst als ein hellgelber Kalk auf dem Zink, und um den Eisenkalk das Arsenik als eine weiße Gallerte nieder. Nach mehreren Stunden ward das Ganze zu einer gelblichen aus Eisen und Arsenik bestehenden Gallerte, so daß sich beide Metalle zwar aus ihrem gemeinschaftlichen Auflösungsmittel (woraus sich durch Blutlauge nun nichts mehr als Zink niederschlagen ließ) abscheiden lassen, allein die Trennung die-

*) Nach Bucholz ist es wahrscheinlich, daß dieser weiße kristallinische Niederschlag unvollkommene Arsenikſäure war. Die völlige Trennung des Arsenik läßt sich indeß auf diesem Wege nicht bewirken. Ein geringer Arsenikgehalt wird in der salpetersauren Eisenauflösung am besten durch hydrothionsaures Wasser aufgefunden, wodurch das Arsenik gelb, das Eisen aber gar nicht niedergeschlagen wird. Einen größeren Arsenikgehalt mittelt man am besten dadurch aus, daß man zu der salpetersauren Eisen-Arsenikauflösung so lange salpetersaures Blei tröpfelt, als noch ein Niederschlag von arsenikſaurem Blei erfolgt. Das im Uebermaaß etwa hinzugekommene Blei wird durch einige Tropfen von neutralen schwefelsauren Alkaliauflösungen weggenommen.

dieser Metallkalke selbst, läßt sich auf diesem Wege mit Genauigkeit nicht bewirken. Durch Kochen mit vielem Wasser ward zwar viel Arsenik aufgelöst, und der Eisenocker blieb unaufgelöst, aber noch immer sehr arsenikhaltig zurück. Die Kalcination bleibt also immer das zuverläßigste Scheidungsmittel.

h. Es ist sehr merkwürdig, daß die (auf gewöhnliche Art aus Auripigment und ungelöschtem Kalk bereitete) sympathetische Tinte das Arsenik aus der Auflösung in Salpetersäure nicht niederschlägt, daß der aus Arsenik und Eisen bestehende Niederschlag aber sogleich erfolgt, wenn sich beide Metalle gemeinschaftlich in jener Säure aufgelöst befinden. Der Niederschlag geschieht ohne Aufschäumen, und zwar wird das Arsenik weiß und das Eisen rostfarbig niedergeschlagen. Es scheint, daß das Arsenik hierbei Phlogiston vom Eisen anzieht, weil dieses sonst mit jenem Niederschlagungsmittel einen schwarzen durch Schwefel phlogistisirten Kalk giebt. Der Arsenikgehalt einer Eisenauflösung giebt sich also durch diese Erscheinung sehr bald zu erkennen.

§. 167. Vom Verhalten des Eisens mit rohem und mit metallischem Spiesglanz.

Die Chemiker haben kein Mineral sorgfältiger untersucht, als das rohe Spiesglanz und dessen Regulus, besonders sind die Alchemisten bemüht gewesen, aus demselben eine Goldtinktur zu ziehen, und die Aerzte haben die Antimonialmittel gegen verschiedene Krankheiten bewährt gefunden. Deshalb kennt man auch von keinem Halbmetall das Verhalten mit Eisen so genau, als vom Spiesglanz. Das rohe Spiesglanz besteht aus einem eigenthümlichen Halbmetall, welches durch Schwefel vererzt und in eine Art von Rohstein verwandelt ist. Es giebt mehrere Methoden, den Schwefel vom Spiesglanz abzuscheiden, und unter diesen ist das Schmelzen

mit Eisen die leichteste. Das Eisen hat unter allen Metallen die größte Verwandtschaft zum Schwefel, und bildet mit demselben eine schwarze Schlacke, oder einen Rohstein, wodurch das Spiesglanzmetall frei wird und sich unter dem Rohstein als ein Regulus abscheidet, den man wegen der Bereitungsmethode Regulus antimonii martialis genannt hat.

a. Die gewöhnliche Bereitungsart dieses R. a. m. besteht darin, daß man kleine Stücke oder Abgänge von reinem geschmeidigen Eisen, z. B. Nägel, Enden von Eisendrath, Drehspäne, Blechabschnittel u. s. f., in einem bedeckten Tiegel weißglühend macht, dann das zerpulverte rohe Spiesglanz einträgt und die Hitze bis zu dem Grad verstärkt, daß die ganze Masse flüssig wird. Um die Verschlackung des Eisens und die Abscheidung des Regulus von der Schlacke zu befördern, wird auch noch etwas trockner Salpeter zugesetzt. Die geschmolzene Masse wird dann in einem mit Talg ausgestrichenen warmen eisernen Gießpuckel ausgegossen, dessen Seiten man, um die Absonderung des Regulus zu befördern, mit einem Hammer beklopft. Der Regulus trennt sich nun von der Schlacke; er hat eine schwarz- oder gelblichbraune Farbe, und muß durch 2 oder 3maliges Umschmelzen mit Salpeter vom Eisen gereinigt werden. — Die Chemiker geben das Verhältniß des Eisens zum rohen Spiesglanz sehr verschieden an. Lemery erhielt aus 8 Unzen Eisen und aus doppelt so viel, oder aus 16 Unzen rohem Spiesglanz nach dreimaligem Umschmelzen, wobei jedesmal 2 bis 3 Unzen Salpeter zugesetzt wurden, 8 Unzen oder 50 Procent Spiesglanzkönig *). Das Pulver von diesem Regulus ward noch vom Magnet gezogen, obgleich der Schwefel und der Salpeter das Eisen größtentheils verschlackt hatten, welches beweiset, daß das Verhältniß des Eisens zu groß war, und daß das

*) Nach Proust ist das rohe Spiesglanz eine Verbindung von 73,5 Spiesglanz mit 26,5 Schwefel.

das Spiesglanz den Wirkungen des Magnet nicht hinderlich ist. Je mehr Eisen man nimmt, desto größer, aber auch desto eisenhaltiger wird der Regulus. Baumé behauptet, daß 5 Unzen Eisen schon hinreichen, um den Schwefel in 1 Pfund Spiesglanz zu sättigen, und daß bei diesem Verhältniß sehr wenig reines überflüssiges Eisen bleibe, welches sich mit dem Regulus verbinden könne *).

b. Die Darstellung des Spiesglanzes aus dem Erz ohne einen Eisenzusatz suchte ich dadurch zu bewirken, daß ich allen Schwefel durch langsames Kalciniren verflüchtigte, und die Reduktion mit einem Zusatz von doppelt so viel schwarzem Fluß, $\frac{1}{4}$ Krystallglas und eben so viel Kochsalz bewerkstelligte. Der Regulus wog 44 Procent, und aus einer genauen Untersuchung ergab sich, daß dies der wirkliche Metallgehalt des rohen Spiesglanzes sey **). Wenn Lemery also 50 Procent gereinigten Regulus erhielt, so mußte derselbe 6 Procent Eisen enthalten, welches der Magnet noch auffinden konnte.

c. Es wurden 4 Loth Eisenfeilspan durch 10 Minuten lang anhaltendes Blasen mit 2 Loth rohem Spiesglanz zusammengeschmolzen, und dadurch beim Ausgießen eine Stange von 4 Loth erhalten, welche äußerlich blank war, sich spröde unter dem Hammer verhielt, und im Bruch das Ansehen vom groben Stahl hatte. Das Gemisch bestand aus 1 Theil Spiesglanz und 3 Eisen, und ward vom Magnet wie reines Eisen gezogen. Die schwarze glänzende Schlacke trennte sich leicht vom Metall, welches durch Reiben mit einer Feile im Finstern den

*) Da 100 Theile rohes Spiesglanz 26,5 Schwefel und 100 Theile Schwefeleisen (im Minimo der Verbindung) 37 Schwefel enthalten, so werden zur völligen Zersetzung des rohen Spiesglanzes 45,12 Procent Eisen erfordert.

**) Das rohe Spiesglanz muß also sehr unrein und vielleicht mit Bergart gemengt gewesen seyn.

den phosphorischen Schein nicht verbreiten wollte, den dieses Metallgemisch, nach **Nollet**, beim Reiben mit Stahl von sich geben soll.

d. Das Spiesglanz läßt sich mit dem Eisen in allen Verhältnissen zusammenschmelzen; die Hitze muß aber so groß seyn, daß das Eisen in Fluß kommen kann, weil man sonst bloß einen Spiesglanzkönig erhält, statt daß der Schwefel bei der Anwendung des rohen Spiesglanzes die Schmelzung befördert. **Baumé** erhielt durch das Zusammenschmelzen von 1 geschmeidigem Eisen und 2 Spiesglanz ein sehr hartes Metallgemisch, welches sich unter dem Hammer kaum pletschen ließ, und auf dem Bruch aus kleinen vieleckigen Körnern zusammengesetzt zu seyn schien, deren weiße Farbe zwischen der Farbe beider Metalle in der Mitte stand. Meine Versuche gaben mir folgende Resultate.

e. Es wurden 25 Pfund durch Eisen niedergeschlagenes Spiesglanz und 25 Pfund Roheisenbohrspäne mit 3 Ct. schwarzem Fluß, $\frac{1}{2}$ Ct. Glas und $\frac{1}{4}$ Ct. Borax gemengt, in einem verklebten Tiegel mit abgekniſtertem Kochsalz bedeckt, und vor einem heftigen Gebläse in einer Zeit von 25 Minuten geschmolzen. Das Produkt bestand aus einem runden metallischen Korn von 44 Pfund, so daß ein Gewichtsverlust von 12 Procent, der größtentheils durch das Eisen veranlaßt worden war, statt gehabt hatte. Der Regulus ward aber dennoch gänzlich vom Magnet gezogen; er besaß eine ziemliche Härte und Sprödigkeit, löste sich in Salpetersäure nur in geringer Quantität mit einer gelben Farbe auf, indem der größte Theil zu einem citronengelben Pulver zerfressen ward, welches durchs Filtrum abgeschieden, ausgesüßt und geglühet ward, wodurch es eine aschgraue gelbliche Farbe annahm und sich wie reiner Spiesglanzkalk verhielt. Fixes Alkali schlug aus der durchgeseiheten, klaren, gelben Auflösung einen hellgelben

Ocker

Ocker nieder, welcher aus dem aufgelöst gewesenen Eisenkalk bestand.

f. 150 Pfund Spiesglanz und 50 zerpulverter Stahl wurden auf die eben erwähnte Art mit schwarzem Fluß, Glas und Salz, ohne Kohlenstaub, in einer starken Hitze vor dem Gebläse binnen 15 Minuten zu einem Regulus von 186 Pfund geschmolzen, der also 7 Procent am Gewicht verloren hatte, welcher Gewichtsverlust, nach der schwarzen Schlacke zu urtheilen, vom Eisen herrührte. Das Gemisch, welches aus 3 Spiesglanz und höchstens 1 Eisen bestand, verhielt sich spröde und weich unter dem Hammer, hatte auf dem Bruch eine weißlichgraue matte Farbe, und ein blattrigkörniges Gewebe, wie Roheisen, ward aber nicht stark vom Magnet gezogen.

g. Derselbe Versuch ward noch einmal ganz auf dieselbe Weise, nur mit einem Zusatz von etwas Kohlenstaub, angestellt. Der Regulus war beinahe um die Hälfte kleiner, und ward nun stark vom Magnet gezogen. Hat der Zusatz von Kohlenstaub den Magnetismus durch die Erhaltung des Phlogiston im Eisen, oder durch die Beförderung der Verflüchtigung eines großen Theils vom Spiesglanz bewirkt? Letzteres ist wahrscheinlicher, weil der vorhin (f) erhaltene Regulus nach dem Glühen ebenfalls stark vom Magnet gezogen ward. Man vergleiche §. 38, 10.

§. 168. Von der Verbindung des Eisens mit Spiesglanz und mit mehreren Metallen zugleich.

Weil das reine Spiesglanz den Angriffen der Luft und der Feuchtigkeit nicht ausgesetzt ist, sondern seinen Metallglanz ganz unverändert behält, so giebt es einen sehr guten Zusatz zu mehreren Metallmischungen, besonders zu Metallspiegeln, wobei es jedoch dann die besten Dienste leistet, wenn gar kein Eisen zu der Mischung genom-

genommen wird. Weil das Eisen dem Spiesglanz aber mehr Festigkeit giebt, so könnte es wohl zu anderen Arbeiten einen nützlichen Zusatz gewähren. Das Verhalten des Spiesglanzes mit Eisen und Kupfer ist bereits (§. 142, 4. i.) angeführt, auch habe ich (§. 147, 6, 7. 11.) schon erwähnt, daß das Spiesglanz das Anneigungsmittel der Verbindung des Zinnes mit Eisen ist.

a. Ein Theil durch Eisen niedergeschlagenes Spiesglanz, welches nur 8 Procent Eisen enthielt, gab durch das Zusammenschmelzen mit 4 Zinn und $\frac{1}{4}$ Kupfer ein hartes Zinn, welches sich in Formen ausgießen ließ, halbgeschmeidig war, und auf dem Bruch das Ansehen von feinem Stahl hatte. Es ließ sich gut bearbeiten und abdrehen, aber nicht viel biegen.

b. Eine andere Mischung aus $3\frac{1}{2}$ Zinn, $\frac{1}{4}$ Messing und $\frac{1}{4}$ Spiesglanz gab ein zu Drechslerarbeiten noch brauchbareres weißes Metall oder hartes Zinn; indeß gestehe ich, daß die bekannte Mischung aus 3 Zinn und 2 Zink vollkommen so gut und nicht so theuer ist. Mischungen, in denen sich kein Eisen befindet, gehören aber nicht hierher.

c. Als gleiche Theile Eisen und Spiesglanz mit $\frac{1}{4}$ Blei zusammengeschmolzen wurden, vereinigten sich nur die beiden ersten Metalle, und das Blei bildete einen besondern Regulus, der etwas weniger Spiesglanz, aber gar kein Eisen enthielt.

Das Verhalten des Eisens mit Spiesglanz und Blei ist übrigens schon im §. 152. bemerklich gemacht, und aus §. 142, 4. b. geht hervor, in wie fern das Spiesglanz die Verbindung zwischen dem Eisen, Blei und Kupfer befördert. Das Verhalten des Eisens und Spiesglanzes mit Kobalt zeigt §. 162., mit Wismuth §. 171. und mit Zink §. 175, c.

§. 169.

§. 169. Wie Eisen und Spiesglanz von einander geschieden werden können.

1. Wenn das Spiesglanz so wenig Eisen enthält, daß der Magnet es kaum anzeigt, so läßt sich dasselbe, wie wir schon gesehen haben, auf dem Schmelzungswege durch mehrmaliges Umschmelzen, und durch einen jedesmaligen Zusatz von etwas Salpeter, bis die Schlacke ganz rein und eisenfrei ausfällt, abscheiden. Diese Methode erfordert aber sehr viel Vorsicht, weil sonst ein großer Verlust an Spiesglanz statt findet.

2. Wenn das Verhältniß beider Metalle gleich, oder wenn das Eisen nur etwas spiesglanzhaltig ist, so muß das Spiesglanz durch die Kalcination verflüchtiget werden, wobei sich aber auch das Eisen verkalkt, indem es mit der Verbindung dieser beiden Metalle dieselbe Bewandtniß hat, als mit der Verbindung des Eisens und Arseniks; die reguliniſchen Metalle lassen sich nämlich nicht trennen, ihre Kalke haben aber keine Gemeinschaft mit einander. Ein Gemisch aus gleichen Theilen Eisen und Spiesglanz schmelzt vor dem Löthrohr mit Borax auf der Kohle sehr leicht; das Eisen verschlackt sich sogleich, und das Spiesglanz scheidet sich als ein reines Metallkorn ab, welches man sogleich abkühlen muß, wenn es nicht verrauchen soll.

3. Auf dem nassen Wege läßt sich die Scheidung beider Metalle, wegen ihres verschiedenen Verhaltens gegen Säuren, auf mehrere Arten bewerkstelligen, indem das Spiesglanz von der Salpetersäure nicht vollkommen aufgelöst, sondern nur zerfressen, von der Vitriolsäure sehr wenig und von der Flußspathsäure gar nicht aufgelöst, aus der Auflösung im Königswasser aber durch reines Wasser niedergeschlagen wird. Der

Schei-

Scheidung beider Metalle durch Salpetersäure ist bereits erwähnt.

4. Das durch die Zusammenschmelzung von 2 Eisen und 1 rohem Spiesglanz entstandene Gemisch (§. 167, c.) gab einen sehr eisenreichen noch etwas schwefelhaltigen Regulus. Das Gemisch ward mit der gewöhnlichen Vorsicht in Salpetersäure aufgelöst; indem nur nach und nach einzelne Stückchen in die Säure gebracht wurden, wenn sich die vorigen schon aufgelöst hatten, wobei alle Wärme vermieden ward. Hierdurch erhielt ich eine ganz klare schwefelgelbe Auflösung von Eisen und Spiesglanz, und der mit in das Gemisch eingegangene Schwefel floß als eine schwarze Materie oben auf. Als die durchsichtige Auflösung mit einer hinreichenden Menge Wasser verdünnt ward, schlug sich das Spiesglanz als ein weißer Kalk nieder, das Eisen blieb aber in der Auflösung, und ward daraus durch Alkalien als ein brandgelber Ocker niedergeschlagen. Es scheint also, daß die Scheidung beider Metalle am vollkommsten im verkalkten Zustande geschieht, nur muß der Spiesglanzkalk gut ausgesüßt und der Eisenkalk nach dem Aussüßen geglühet werden. Mehrere andere Methoden, welche auf die Verwandtschaft der Metalle unter einander, und auf ihr Verhalten zu verschiedenen Auflösungsmitteln beruhen, übergehe ich hier.

§. 170. Vom Verhalten des Eisens mit Wismuth.

Das Eisen will sich mit einem so leichtflüssigen Metall, wie das Wismuth ist, welches in vielen Eigenschaften dem Blei nahe kommt, nicht genau verbinden. Brandt will durch das Zusammenschmelzen mit 2 Wismuth und 1 Eisen ein dem Wismuth ähnliches Metallgemisch erhalten haben. Henkel wiederholte den Versuch mit 3 Wismuth und 1 Eisen, und erhielt ein Metallgemisch, welches der Magnet noch stark anzog.

Bau-

Baumé bezweifelt die Möglichkeit, beide Metalle mit einander zu verbinden. Meine eigenen Versuche gaben mir folgende Resultate:

a. Gleiche Theile **Roheisen und Wismuth** schmolzen mit einem Zusatz von Glasgalle und Kochsalz sehr bald, nämlich binnen 5 Minuten, vor dem Gebläse, wobei ein Verlust durch Abbrand von 20 Procent entstand. Der größte Theil des Wismuths lag aber für sich allein, und eine geringe Quantität war stellenweise in das undichte spröde Eisen eingedrungen.

b. Eben so verhielten sich **2 Roheisen und 1 Wismuth**, die mit Borax etwas Glas und Kochsalz geschmolzen wurden.

c. Es wurden 3 Wismuth und 1 Stahl bloß mit einem Zusatz von Kohlenstaub in einem ausgefütterten Tiegel geschmolzen. Der Stahl frischte dabei zu kleinen geschmeidigen Klumpen, uud es konnte daher zu keiner gleichartigen Mischung kommen, sondern das Wismuth ward ganz abgesondert.

d. **2 Wismuth und 1 gepulverter Stahl** wurden in der stärksten Hitze mit doppelt so viel schwarzem Fluß, etwas Glas und Salz geschmolzen, wodurch ich ein gleichartiges röthliches Gemisch erhielt, welches auf dem Bruch das Ansehen von reinem Wismuth hatte, dem Glase eine schöne dunkelgrüne Farbe mittheilte und selbst in großen Stücken vom Magnet gezogen ward. Die Verbindung war indeß so wenig vollkommen, daß sich das Wismuth schon in einer schwachen Glühhitze auf Kohlen in großen Tropfen ausseigerte, und das Eisen als eine hohle Rinde zurückließ.

e. Ich suchte dieselbe Mischung mit eben so viel Fluß, aber mit einem Zusatz von Kohlenstaub, noch einmal darzustellen. Der Regulus fiel aber diesmal nicht so gleichartig aus, sondern hatte Auswüchse von gefrischtem Eisen, die durch den Kohlenstaub entstanden zu seyn schienen. Das Glas hatte eine eben so schöne dun-

dunkelgrüne Farbe. So oft dies Metallgemisch mit einem Zusatz von neuem Glase umgeschmolzen ward, bekam das Glas immer dieselbe Farbe; die Metalle wollten sich aber durch das öftere Umschmelzen nicht genauer mit einander verbinden, wenn nicht sehr starke Hitze gegeben ward *).

§. 171. Von der Verbindung des Eisens mit Wismuth und mit mehreren Metallen zugleich.

Ueber das Verhalten des Eisens mit Wismuth, in Verbindung mit anderen Metallen, sind beim Zinn (§. 147, 3. 4. 7.) schon einige Versuche angeführt worden, aus denen hervorgeht, wie wenig geneigt das Wismuth ist, sich mit dem Eisen zu vereinigen, indem es sich beim Hinzutritt eines dritten Metalles entweder mit demselben verbindet, oder es dem Eisen gänzlich überläßt, je nachdem es selbst, oder das Eisen, näher mit dem hinzugesetzten Metall verwandt ist, welches seinerseits die Vereinigung mit dem Wismuth der mit dem Eisen ebenfalls vorzieht, obgleich es sich ohne das Wismuth mit dem Eisen verbunden haben würde, wie das angeführte Beispiel mit dem Zinn deutlich zeigt. Das Verhalten des Arsenik mit beiden Metallen ist aus §. 165, 8. ersichtlich; das Arsenik verbindet sich nämlich mit dem Eisen, und das Wismuth geht nicht in die Mischung ein.

25 Pfund Eisen, 50 Spiesglanz und 50 Wismuth gaben, mit Kohlenstaub geschmolzen, ein leichtflüssiges Metall, welches sich im Eisenguß ausgießen ließ, sehr spröde war, aber auf dem Bruch ein sehr ungleichartiges Gemisch darstellte. Oben lag das Eisen mit dem

*) Wahrscheinlich verhält sich das Wismuth zum Eisen wie das Blei, indem beide eine kleine noch zu bestimmende Quantität Eisen in sich aufnehmen können, wogegen es noch zweifelhaft ist, ob eine Verbindung von vielem Eisen mit wenig Blei oder Wismuth darstellbar ist.

dem Spiesglanz zu einem stahldichten Metall verbunden, welches der Magnet anzog; unten lag das Wismuth, welches mit dem oberen Metallgemisch zwar fest zusammenhing, aber, keine Spur von Eisen oder Spiesglanz enthielt.

§. 172. Vom Ueberziehen des Eisens mit Wismuth.

Neuman führt in seiner Chemia medica eine Art von Versilberung des Eisens mit Wismuth durch ein Wismuthamalgama an. Das Eisen soll mit diesem Amalgama bestrichen und dann über Feuer gehalten werden, bis sich das Queckſilber verflüchtiget hat, wodurch sich das Wismuth so fest am Eisen ansetzen soll, daß es versilbert zu seyn scheint. Wer das Verhalten des Queckſilbers mit Eisen nur einigermaßen kennt, kann schon ohne Wiederholung des Versuchs leicht begreifen, daß sich das Amalgama keines einzigen Metalles auf dem Eisen befestigen lassen wird. Wenn das Eisen vorher mit einer Kupferhaut (wie bei den Vergoldungen §§. 131. 132.) überzogen wird, kann das Amalgama zwar durch einen Zusatz von Quickwasser auf dem Eisen befestiget werden, das Wismuth bleibt aber nach der Verdampfung des Queckſilbers in der Hitze als ein grauer Kalk auf der Fläche des Eisens zurück, und fällt beim Trocknen ab. Außer dem Golde läßt sich kein einziges Metall auf dem Eisen, oder auf irgend einem anderen Metall, vermittelst des Amalgama, ohne Verlust des metallischen Glanzes, nach dem Verdampfen des Queckſilbers befestigen. Das Wismuth wird aus der Auflösung in Scheidewasser durch den Zusatz einer gehörigen Menge von reinem Wasser bekanntlich als ein weißer, glänzender, schuppiger Kalk niedergeschlagen. Wird reines Eisen in die Auflösung gestellt, so schlägt sich das Wismuth als ein schwarzer Ruß darauf nieder. Hierbei gelang es mir einmal, daß sich das Wismuth

an einigen Stellen auf dem Eisen reducirte, und einer blanken Versilberung ähnlich sah; eine überall gleiche Bedeckung wollte mir aber nie glücken, ich mogte eine reine, oder eine mit Kupfer überzogene Eisenfläche anwenden. Das Zinn erhält durch den Zusatz von Wismuth zwar einige Härte, es wird aber auch zugleich spröde, und deshalb ist der Zusatz von Wismuth zum Zinn beim Verzinnen der Eisenbleche nicht zweckmäßig.

§. 173. Von der Scheidung des Eisens vom Wismuth.

Weil sich das Wismuth nur sehr schwer mit dem Eisen verbindet, so ist die Scheidung beider Metalle um so leichter. Daß sich das Wismuth, als das leichtflüssigste von allen Metallen, auf dem trocknen Wege schon in einer gelinden Glühhitze über Kohlenfeuer, besonders wenn viel harzige brennbare Substanzen, z. B. fettes Kiehnenholz u. s. f., vorhanden sind, aus einer Mischung von Eisen und Wismuth ausseigert und das Eisen als eine Rinde rein zurückläßt, habe ich schon angeführt. Eben dies findet auch statt, wenn das Wismuth mit dem Eisen, oder mit anderen Metallen, welche eine starke Glühhitze zum Schmelzen erfordern, in den Erzen verbunden vorkommt. Auf den deutschen Blaufarbenwerken wird das Wismuth auf diese Art aus den Kobalterzen ausgeseigert, wobei das Kobalt mit dem Eisen in den Bergarten als so genannte Wismuthgraupen zurückbleibt, woraus alsdann das blaue Glas oder die Smalte bereitet wird.

Auf dem nassen Wege löst sich ein Gemisch aus Eisen und Wismuth mit großer Heftigkeit in Salpetersäure auf. Sobald die Auflösung aber mit einer hinreichenden Menge Wasser verdünnt wird, schlägt sich das Wismuth als ein weißer glänzender Kalk, als so genann-

genanntes Magisterium Bismuthi *) nieder, und das Eisen bleibt in der Auflösung zurück. Reines Wasser bewirkt indeß keinen so vollkommenen Niederschlag, daß nicht noch etwas Wismuth mit dem Eisen in der Auflösung zurückbleiben sollte; wendet man aber sehr verdünnte Salzsäure an, so erfolgt der Niederschlag ganz vollkommen, obgleich die koncentrirte Säure gar keinen Niederschlag zu bewirken im Stande ist. Das Eisen wird aus der Auflösung durch Alkalien ohne Aufbrausen rostfarbig niedergeschlagen. Wenn man reines Eisen in eine Wismuthauflösung stellt und sie alsdann mit Wasser verdünnt, so schlägt sich bekanntlich ein Theil des Wismuth als ein weißer Kalk nieder, weil die Säure eine stärkere Anziehung zum Wasser als zu dem Wismuthkalk hat; ein Theil setzt sich aber als ein schwarzes Pulver auf dem Eisen ab, und vermengt sich mit dem entstehenden Eisenocker, wodurch man nach dem Aussüßen und Trocknen eine ziemlich gute schwarze Farbe erhält, die sich mit Gummiwasser abgerieben, als die beste chinesische Tusche gebrauchen läßt, und nur den Fehler besitzt, daß sie nicht fest genug auf dem Papier haftet, sondern sich beim Anfeuchten leicht verwischen läßt.

§. 174. Von der Verbindung des Eisens mit Zink.

Ob sich Eisen und Zink beim Zusammenschmelzen mit einander verbinden, darüber sind die Metallurgen verschiedener Meinung, indem einige die Möglichkeit behaupten, andere aber die Verbindung eines so flüchtigen, brennbaren und leichtflüssigen Metalles mit dem strengflüssigen Eisen nicht zugeben wollen. Henkel sagt in seiner Pyritologie: „das Eisen giebt mit dem Zink einen geschmeidigen, silberähnlichen, aber harten Regulus,

*) Dies ist bekanntlich basisches salpetersaures Wismuth, oder salpetersaures Wismuth mit Ueberschuß von Oxyd.

gulus, der stark vom Magnet gezogen wird;" er erwähnt aber nicht, welches Verfahren er beim Zusammenschmelzen angewendet und welche Verhältnisse er gewählt hat. Nach **Cramer** soll das Eisen zuerst in einem Tiegel mit kleinen Kohlen bis zum Schmelzen glühend gemacht und dann das Zink zugesetzt werden. Dagegen behauptet **Brandt** (Abh. d. Schwed. Akad. f. 1751): „Eisen und Zink lassen sich durch Schmelzen nicht mit einander verbinden, sondern das Zink verbrennt in der starken Hitze, welche zum Flüssigwerden des Eisens erforderlich ist." **Baumé** sieht die Verbindung als zweifelhaft an, und **Malouin** erwähnt ihrer in seiner im Jahr 1742 herausgekommenen Abhandlung vom Zink gar nicht *).

Die Natur hat beide Metalle sehr genau, sowohl in dem weißen Achner, in dem ungarschen und in dem rothen polnischen Galmey, als auch in den Blenden, in denen die Schwefelsäure vielleicht das Verbindungsmittel gewesen seyn mag, mit einander vereiniget. Durch Kunst läßt sich diese Verbindung aber nicht bewirken, am wenigsten mit Schwefel, indem dieser das Eisen angreift, ohne sich mit dem Zink zu vereinigen. Im Lüttichschen, im Luxenburgischen und an anderen Orten kommen zinkhaltige Eisenerze vor, die beim Verschmelzen im Hohenofen sehr deutlich Zinkblumen auf der Gicht absetzen. Es ist indeß noch nicht erwiesen, ob das entstehende harte Eisen, weil es weich und spröde ist, auch wirklich zinkhaltig sey, obgleich **Gerhard** dieser Meinung ist, und den Kaltbruch des Eisens vom Zinkgehalt desselben herleitet. Nach **Henkels** Versuchen sollte man eher vermuthen, daß das Zink das Eisen zähe und nicht kaltbrüchig macht. Ich habe mehrere Versuche angestellt, um das Verhalten des Eisens

*) Auch Gmelin konnte die Vereinigung des Zink mit Eisen nicht bewirken (v. Crell's Annalen für 1785. S. 195-228. für 1788. S. 485-493.).

sens mit Zink auszumitteln, von denen ich folgende anführe.

1. Es wurden verschiedene Sorten von Roheisen, Stabeisen und Stahl in einem Tiegel, theils in Zinkblumen, wie sie sich im Messingofen sublimiren, theils in weißen so genannten ungarschen geröfteten Galmey gelegt, und einer starken Glühhitze im Stahlcementirofen 12 bis 14 Tage lang ausgesetzt. Das Roheisen war an den dünnen Stellen, und wo es grell gewesen war, völlig geschmeidig geworden, der Stahl hatte seine Härte verloren und das geschmeidige Eisen war noch weicher geworden (§. 73, III.). Der Galmey, worin der Magnet vorher kaum merkliche Spuren eines Eisengehalts auffand, ward nun fast eben so als reiner Eisenfeilspan gezogen.

2. Wenn reguliniſches Zink mit oder ohne Kohlenstaub zu glühendem Eisen gebracht wird, entzündet es sich sogleich mit Flamme und verflüchtiget sich mit Knistern. Deshalb versuchte ich die Verbindung beider Metalle dadurch zu bewirken, daß ich sie gemeinschaftlich im verkalkten Zustande reducirte.

3. Rother, dem Anscheine nach sehr eisenhaltiger Galmey, der indeß vom Magnet nicht angezogen ward, wurde mit Kohlenstaub und Leinöl zu einer Kugel gemacht und in einem ausgefütterten Tiegel $\frac{1}{2}$ Stunde lang vor dem Gebläse gehalten. Ich erhielt dadurch aber keinen Regulus, sondern nur ein schwarzes Pulver, das der Magnet anzog und welches nicht zinkhaltig zu seyn schien. Der vorhin (1) erwähnte eisenhaltige ungarische Galmey gab, auf dieselbe Art behandelt, zwar einen undichten, aber doch metallischen Eisenregulus von 42 Procent, der sich weich beim Feilen, aber spröde unter dem Hammer verhielt und auch übrigens locker zusammenhing. Die Auflösung in Scheidewasser bildete wegen der aufgelösten Bergarten eine Gallerte. Aus der durchsichtigen Auflösung schlug das Alkali einen sehr

röthlichgelben Kalk nieder, der beim Glühen mit Kohlenstaub durch die bläulichgrüne Flamme eine Anzeige auf einen Zinkgehalt gab.

4. Um zu sehen, ob sich Eisen und Zink auch durch das Schmelzen mit reducirenden Flüssen nicht vereinigen lassen würden, nahm ich einen sehr zinkhaltigen, rostfarbenen, englischen Galmey, der durch die vorhergehende Kalcination einen Gewichtsverlust von 35½ Procent erlitten hatte, und schmolz ihn mit gewöhnlichem Eisenfluß. Ich erhielt aber nur einen kleinen Regulus, der oben auf dem gelblichgrünen Glase lag. Er betrug etwa 2 Procent von dem eingesetzten Galmey, ward sehr wenig vom Magnet gezogen, löste sich in Vitriolsäure gar nicht, in Scheidewasser aber nur zum Theil auf, indem die kleinen Stückchen des Regulus fast in derselben Größe zurückblieben, aber eine zinnoberrothe Farbe hatten, die durch das Eisen allein nicht hervorgebracht wird. Dieser rothe Rückstand färbte das Borarglas vor dem Löthrohr gar nicht, sondern verflüchtigte sich gänzlich, und schien daher bloß zinkisch zu seyn.

5. Wegen der Feuerbeständigkeit der Zinkblumen im verschlossenen Feuer wurden 3 Theile Roheisenbohrspäne mit Zinkblumen in einen Tiegel gelegt, und durch einen Deckel gegen das Einfallen von Kohlen geschützt. Der Tiegel erhielt im Windofen eine so starke Hitze, daß das reine Roheisen füglich geschmolzen seyn konnte; es fand sich aber nach einer Stunde noch völlig ungeschmolzen, und die Späne waren so geschmeidig geworden, daß sie sich unter dem Hammer zu dünnen Blechen ausrecken ließen. Als ich Kohlenstaub zusetzte, kam das Roheisen in Fluß und ließ sich auch ausgießen; es verhielt sich ganz hart und fest unter dem Hammer, aber weich gegen die Feile, ließ sich etwas pletschen, ehe es Kantenbrüche erhielt, und hatte auf dem Bruch eine weiße Farbe, wie gewöhnliches umgeschmolzenes Roheisen.

Aus

Aus diesen und mehreren anderen Versuchen, die ich hier nicht anführen will, geht zwar hervor, daß das Zink viel dazu beiträgt, das Eisen weicher und spröder zu machen, ob es sich aber beim Schmelzen zum Theil mit dem Eisen verbindet, ist schwer auszumitteln *).

§. 175. Von der Verbindung des Eisens mit Zink und mit mehreren Metallen zugleich.

a. Wir haben schon oben (§. 142.) gesehen, daß sich eine Verbindung des Zink mit Kupfer beim Schmelzen mit einem kleinen Theil Eisen zu einem gleichartigen Gemisch vereiniget, indem das Kupfer hier das Verbindungsmittel zwischen beiden Metallen abgiebt. Ein Gemisch aus 2 Kupfer und 1 Zink, zusammen $14\frac{1}{4}$ Loth, ward noch mit 3 Loth Zink und $\frac{1}{8}$ Loth Roheisenbohrspan versetzt, und nachdem es geschmolzen war, zu einer Platte ausgegossen, die eine hochgelbe Oberfläche hatte, aber einen bleichen Feilstrich gab, der sich an der Luft wieder gelb färbte. Der Feilspan davon ward stark vom Magnet gezogen, und die gelbe Farbe, so wie der Gewichtszuwachs, deuteten auf Zinkgehalt. Die Mischung war aber weniger geschmeidig als Messing, und wollte nicht mehr Eisen aufnehmen, indem sich dasselbe in kleinen gefrischten Stücken abschied.

b. Ein

*) Obgleich die unmittelbare Verbindung beider Metalle durchs Zusammenschmelzen bisher nicht hat gelingen wollen, so ist es doch außer Zweifel, daß eine Verbindung von vielem Eisen mit wenig Zink, und von vielem Zink mit wenig Eisen, bei den metallurgischen Prozessen im Großen hervorgebracht wird. Roheisen aus zinkhaltigen Eisenerzen geschmolzen, enthält oft über 1 Procent Zink, und dieser Zinkgehalt verhindert nicht, daß das Roheisen ein vorzüglich gutes, zähes, aber weiches Stabeisen giebt. Die Erfahrungen darüber werde ich nächstens bekannt machen. — Eben so enthält das aus eisenhaltigem Gallmey im Großen destillirte Zink oft $\frac{1}{2}$ Procent Eisen, und Zink, welches in eisernen Kesseln umgeschmolzen wird, kann unter gewissen Umständen $2\frac{1}{2}$ Procent Eisen aufnehmen. Diese letzte Verbindung ist sehr hart und außerordentlich spröde.

b. Ein gleichartiges Gemisch aus gleichen Theilen Zinn und Zink ward mit $\frac{1}{3}$ Roheisenbohrspan geschmolzen, wobei ein großer Theil vom Zink verbrannte, und ein hartes und geschmeidiges Zinn erhalten ward, worin der Magnet keine Spur von Eisen auffinden konnte. Es schien also, daß das Zinn durch das Zink weniger geneigt gewesen war, etwas Eisen aufzunehmen.

c. Ich habe schon bemerkt, daß das Spiesglanz in manchen Fällen ein Verbindungsmittel zwischen dem Eisen und dem Blei seyn kann. Deshalb versuchte ich auch, Zink und Eisen durch Spiesglanz zu verbinden, und wollte zu dem Ende zuerst Zink und Spiesglanz zusammenschmelzen, um dieses Gemisch nachher mit dem Eisen zu vereinigen; allein das Zink verbrannte mit Knistern und erhob sich als Blumen, oder als weicher Kalk, obgleich der zurückbleibende Regulus noch einen beträchtlichen Zinkgehalt hatte. Salpetersäure zerfraß das Spiesglanz zu einem weißen Kalk, und löste das Zink auf, welches durch milde Alkalien mit weißer Farbe niedergeschlagen ward. Dieses Gemisch aus Spiesglanz und Zink ward zu Roheisenbohrspänen gebracht, welche in einem Tiegel bis zum Rothglühen erhitzt waren, mit Kohlenstaub bedeckt und einer so starken Hitze ausgesetzt, daß die Masse vollkommen flüssig ward, worauf ich sie ausgoß und viele einzelne Metallkörner erhielt, von denen einige vom Magnet gezogen wurden. Der große Regulus war ganz spröde, hatte einen strahligen Bruch, und ward nicht im mindesten vom Magnet gezogen. Durch Auflösen und Niederschlagen überzeugte ich mich indeß, daß das Gemisch dennoch aus einer Verbindung aller 3 Metalle bestand, obgleich noch sehr viel Eisen ungeschmolzen im Gestübbe lag.

d. Auch mit weißem Arsenik wollte sich das Zink nicht verbinden, indem ein Theil Zink abgesondert lag, und das Arsenik einen anderen Theil im verkalkten Zustand

stand aufgenommen und mit demselben eine klare, glasartige Substanz gebildet hatte, worauf die Salpetersäure keine Wirkung äußerte.

e. Reguliniſches Zink und Arſenik ließen ſich gar nicht zuſammenſchmelzen, ſondern das Arſenik ſublimirte ſich theils in ſchwarzen Dämpfen mit den Zinkblumen, theils legte es ſich als ein ſchwarzes Pulver auf den zurückgebliebenen Zinktheilen an. Arſenik iſt alſo kein Verbindungsmittel zwiſchen Zink und Eiſen, und wahrſcheinlich wird ein ſolches Gemiſch auch keinen Nutzen gewähren.

§. 176. Von der Scheidung des Eiſens vom Zink.

Eiſen und Zink laſſen ſich zwar kaum zuſammenſchmelzen, aber häufig befinden ſie ſich gemeinſchaftlich in Säuren aufgelöſt. Der bekannte weiße Zinkvitriol, der in den Apotheken unter dem Namen Gallitzenſtein verkauft wird, enthält viel Eiſen, welches ſich mit der Zeit, wenn der Vitriol in Waſſer aufgelöſt und einige Zeit in der Wärme hingeſtellt wird, abſcheidet, indem ſich das Eiſen als ein Ocker zu Boden ſetzt. Dieſe Abſcheidung wird durch öfteres Auflöſen, Filtriren und Kryſtalliſiren, und durch einen Zuſatz von Zink ſehr befördert, obgleich ſie nicht immer vollkommen iſt, indem ſich das zurückbleibende Eiſen durch Blutlauge zu erkennen giebt, wenigſtens habe ich aus dem gewöhnlichen Gallitzenſtein immer Berlinerblau erhalten. Wenn man zu dem aufgelöſten eiſenhaltigen Zinkvitriol ſo lange Blutlauge tröpfelt, als noch ein blauer Niederſchlag erfolgt, ſo läßt ſich das Eiſen beinahe ganz vollſtändig als ein grünliches oder ſeladonfarbenes Berlinerblau abſcheiden, und das Zink bleibt faſt gänzlich in der Auflöſung zurück, woraus es durch Pflanzenalkali als ein weißer Kalk niedergeſchlagen wird, wenn man vorher

einige Tropfen Vitriolsäure zugesetzt hat. Dieser Kalk enthält aber noch immer einige Spur von Eisen. Ganz reinen Zinkvitriol würde man also nur durch Auflösung von ganz reinem Zink in Vitriolsäure erhalten können. Wenn es indeß darauf ankommt, die allergeringste Spur von Eisen aufzufinden, so muß man sich vorher von dem Eisengehalt der Blutlauge selbst überzeugen (§. 202.), und ausmitteln, ob sie nicht für sich allein einen blauen Niederschlag giebt, den man sonst mit Unrecht dem Zinkvitriol zuschreiben würde. Die Blutlauge muß daher entweder nach Winterl's Angabe (in Oesterreichers Untersuchung der Mineralwasser zu Alt-Ofen 1781.) aufgekocht, oder mit etwas eisenfreier Säure versetzt werden, welche das aufgelöste Berlinerblau niederschlägt und dadurch zu genauen Versuchen anwendbar macht *).

§. 177. Vom Ueberziehen des Eisens mit Zink.

Malouin hat in den Memoiren der franz. Akad. für 1742 eine Vergleichung zwischen dem Zink und dem Zinn angestellt und die Eigenschaften des Zink durch Versuche auszumitteln gesucht. Ueber das Verzinken des Eisens bemerkt er ganz kurz: „Wenn das Zink fest auf der Oberfläche des Eisens haften soll, so muß das Eisen vollkommen gereinigt, in einer Salmiakauflösung gebeizt, dann in das geschmolzene Zink eingetaucht und schnell wieder herausgezogen werden. Dadurch erhält das Eisen einen weißen Ueberzug, der stärker als irgend eine Verzinnung darauf zu haften scheint." Schon vor Ma-

*) Wir wissen jetzt, daß der Eisengehalt ein wesentlicher Bestandtheil der gewöhnlichen Blutlauge ist; außerdem würde die Blausäure auch kein Mittel abgeben, beide Metalle zu trennen, weil beide dadurch gefällt werden. Am besten geschieht die Trennung durch Auflösung des Metallgemisches in Säuren, und durch Niederschlagung der neutralen Verbindung mit reinem ätzenden Ammonium, welches das Zinkoxyd vollkommen wieder auflöst und das Eisenoxyd rein zurückläßt.

Malouin ſind viele Verzinkungsverſuche angeſtellt worden, und wirklich ſcheint der Ueberzug von Zink bei mehreren Sachen, z. B. bei Beſchlägen an Pferdegeſchirren, bei Sporen, Schnallen und bei mehreren dergleichen Arbeiten, die einer ſtarken Abnutzung widerſtehen ſollen, viel zweckmäßiger zu ſeyn, als das Verzinnen, weil das Zink ſehr feſt am Eiſen hängt, weil es der Abnutzung ſtärker als das Zinn widerſteht, und weil es nicht wie dieſes abfärbt und einen unangenehmen Geruch verbreitet. Dagegen hat die Anwendung des Zink die Unannehmlichkeit, daß es ſich nicht ſo dünne, als das Zinn, auf das Eiſen auftragen läßt, und daß es immer ſehr ungleich haftet, ſo daß die dicken Stellen weggefeilt, oder mit Bimſtein weggeſchliffen werden müſſen. Zum Verzinnen der Kochgeſchirre läßt ſich das Zink allein nicht anwenden, weil es zu theuer *) ſeyn würde, und weil die Oberfläche des Zink durch Fettigkeiten und durch Harze gegen den Abbrand nicht geſchützt werden kann, indem ſie die Schmelzhitze des Zinkes nicht aushalten. Nach meinen Verſuchen haftet das Zink ſehr gut auf dem blank geſchliffenen Eiſen, auch ohne Zuſatz von Salmiak, der ſich in dieſer Hitze gleich verflüchtiget, nur muß das blanke Eiſen ſo lange in dem geſchmolzenen Zink liegen bleiben, bis es die Temperatur deſſelben angenommen hat.

§. 178. Von den zuletzt entdeckten metalliſchen Subſtanzen, nebſt einigen Bemerkungen über die Metallmiſchungen aus Eiſen und anderen Metallen und über das ſpecifiſche Gewicht derſelben.

Außer den bisher bekannten 14 Metallen, deren Verbindungen mit dem Eiſen in den vorigen Paragraphen

*) Das iſt wohl nicht der Grund, denn das Zink iſt weit wohlfeiler als Zinn, ſondern die Verzinkung iſt wegen der größeren Strengflüſſigkeit des Zinks ſchwer, und, ſo weit die bisherigen Verſuche reichen, niemals gleichförmig zu bewirken.

phen untersucht worden sind, hat man in neueren Zeiten noch in mehreren Mineralien neue und wesentlich verschiedene Metalle aufgefunden. Das große specifische Gewicht, die Eigenschaft, Glasflüsse zu färben, und durch Blutlauge aus der Auflösung niedergeschlagen zu werden, sind alles Eigenschaften, die bloß den Metallen zukommen, und welche daher auf die metallische Natur jener Substanzen hindeuten, welche um so weniger in Zweifel zu ziehen ist, als sie sowohl für sich allein, als auch in Verbindung mit anderen Metallen, reducirt werden können und einen vollkommenen metallischen Glanz erhalten. Der Mangel an hinlänglichen Vorräthen von diesen Substanzen verhinderte mich, ihr Verhalten mit Eisen, worauf es hier eigentlich ankam, näher zu untersuchen, weshalb ich nur das anführen kann, was ich durch eigene oder durch fremde Versuche in Erfahrung gebracht habe.

1. Zuerst muß ich das Halbmetall nennen, welches man aus einer verdünnten Auflösung des kaltbrüchigen Eisens in Vitriolsäure erhält, wenn man den Niederschlag daraus mit Borax auf einer Holzkohle vor dem Löthrohr, oder in einem Tiegel vor dem Gebläse reducirt *). Bergman und Meyer in Stettin haben ihre mit dieser Substanz angestellten Versuche fast zu gleicher Zeit bekannt gemacht. Wir haben schon oben (§. 121, 2.) gesehen, daß der Kaltbruch des Eisens vielleicht von einem Metall herrühren könne, und werden in der Folge noch näher ausmitteln, wie sich das Eisen verhält, woraus dies neue Halbmetall abgeschieden worden ist, und welche Eigenschaften das gutartige Eisen annimmt, wenn es damit verbunden wird.

2. Ich habe schon oben (§. 62, 4.) der Molybdena und des daraus dargestellten neuen Halbmetalles, des Molyb-

*) Ich darf kaum bemerken, daß Hr. R. hier das Phosphoreisen meint, dessen Natur die Entdecker selbst später erkannten.

lybden, erwähnt. Hjelm suchte die Verbindung desselben mit Eisen dadurch zu bewerkstelligen, daß er 29½ gelbe Molybdenblumen (welche er sich durch sorgfältiges Rösten des Molybden von Bispberg, um allen Schwefel wegzubringen, verschaffte) mit 128 Bohrspäne von grauem Roheisen vermengte und das Gemenge ohne allen Zusatz in einem bedeckten Tiegel ½ Stunde lang vor dem Gebläse erhielt. Das Roheisen war zwar geschmolzen, es hatte aber auf der Oberfläche zackige Auswüchse, die vom Magnet gezogen wurden, und mit der Feile einen weißen blanken Strich gaben. Der Regulus verhielt sich eben so und wog mit den Auswüchsen 138¾. Es schien, daß das Phlogiston im Eisen nicht im Stande gewesen sey, allen Molybdenkalk zu reduciren, welcher dem Eisen etwas Geschmeidigkeit und Weichheit mitgetheilt hatte. Das Gemisch ward daher mit schwarzem Fluß, Glas und Borax in einer eben so langen Zeit zu einem halbgeschmeidigen Korn umgeschmolzen, welches einen weißen körnigen Bruch hatte, und besonders außerhalb, wo es sich auch leicht feilen ließ, sehr glänzend war. Durch neues Umschmelzen ging die Textur verloren, ohne daß sich das Korn jedoch weiter hätte schmelzen lassen, indem es seine vorige Form unverändert behalten hatte, und nun 120 wog. Bei der Auflösung in Salpetersäure blieb viel Molybdenkalk unaufgelöst zurück, und aus der Auflösung in Vitriolsäure (wobei sich viele Perlen entwickelten, die einen weißen Schaum bildeten) ward durch Alkali zuerst das Eisen niedergeschlagen, worauf die Auflösung eine blaue Farbe annahm, welche gewöhnlich durch Auflösung des Molybden in Vitriolsäure zu entstehen pflegt. Hierdurch scheint sich das Molybden von dem vorhin genannten noch nicht benahmten Halbmetall, welches wahrscheinlich den Kaltbruch des Eisens bewirkt, obgleich auch andere Metalle vielleicht diese Wirkung hervorbringen können, zu unterscheiden. Weiter unten (§. 247.)

wer-

werden wir noch einmal auf diesen Gegenstand zurückkommen *).

3. Die dritte metallische Grunderde ist mit Kalkerde in dem so genannten Tungstein verbunden, woraus Scheele sie darzustellen gelehrt hat. Diese Erde besitzt alle Eigenschaften, welche den Metallen überhaupt zukommen, auch ist sie, wie das Arsenik und das Molybden (§. 248.), von saurer Natur. Bis jetzt hat man sie noch nicht in reguliniſcher Gestalt darstellen und mit Eisen oder mit anderen Metallen zusammenschmelzen können **), welches wohl vorzüglich in dem nicht häufigen Vorkommen des Tungsteins liegt, welches, so viel man weiß, das einzige Fossil ist, worin sich dieses Metall befindet. Der Hüttenbesitzer Herr Rothof hat einige Versuche darüber angestellt, welche ich hier aber bei der großen Anzahl von Metallen, die sich vielleicht bald noch um einige vermehren wird, der Kürze wegen übergehen muß; auch wird sich in der zehnten Abtheilung noch Gelegenheit finden, diesen Gegenstand wieder zu berühren.

Der Zweck der in dieser Abtheilung angeführten Versuche war: das Verhalten des Eisens beim Zusammenschmelzen mit anderen Metallen kennen zu lernen; die Mittel aufzusuchen, um sich von der Gegenwart dieser Metalle zu überzeugen und ihre Scheidung zu bewirken; wo möglich einige Metallgemische darzustellen, welche für die Künste und Handwerke von Nutzen seyn könnten, und auszumitteln, ob sich das Eisen durch eine Legirung mit anderen Metallen vielleicht verbessern, oder

*) Obgleich wir Hrn. Bucholz in neueren Zeiten eine genauere Kenntniß des Molybden und seiner Säure verdanken, so ist doch außer Hjelm's Versuchen nichts weiter über die Verbindung desselben mit anderen Metallen bekannt geworden.

**) Dies ist später durch die Gebrüder d'Elhurzar zwar geschehen, auch soll sich das Wolfram nach ihren Versuchen mit dem Roheisen vollkommen verbinden und einen dichten, weißlichbraunen und harten Regulus geben, allein weiter reichen unsere Kenntnisse nicht.

oder zu irgend einem bestimmten Zweck anwendbarer machen lassen würde, oder ob es durch den Ueberzug mit vollkommneren Metallen einen höheren Werth erhalten und mehr gegen die Vergänglichkeit geschützt werden könnte. Daß dieser Zweck zu ausgedehnt ist, um etwas vollkommneres leisten zu können, ist einleuchtend, weil die Versuche mit allen möglichen bekannten verschiedenen Eisenarten, in allen möglichen Verhältnissen und Feuergraden, ohne und mit verschiedenen Zusätzen hätten angestellt werden müssen. Eben so hätten auch alle erdenkliche Scheidungsmethoden geprüft werden müssen, welches eine endlose Arbeit gewesen seyn würde, vorzüglich weil die Strengflüssigkeit des Eisens diese Versuche mühsamer, kostbarer und umständlicher macht, als es in einer Geschichte des Eisens bei einem Gegenstand möglich ist, der bloß zur Belehrung für Künstler dient *).

Ueber

*) Jetzt sollte ich der Verbindungen des Eisens mit den Metallen erwähnen, deren Kenntniß wir dem Fleiß der neueren Chemiker, Klaproth, Vauquelin, Berzelius u. a. m. verdanken. Theils sind aber diese Metalle an sich noch nicht gehörig bekannt, theils haben die Chemiker auf die Verbindung derselben mit anderen Metallen, besonders mit dem Eisen, am wenigsten ihre Aufmerksamkeit richten können.

Vom Uran (welches Klaproth 1789 entdeckte) kennen wir das Verhalten zum Eisen gar nicht.

Das Titan (Klaproth 1795) giebt nach Vauquelin und Lampadius mit dem Eisen ein höchst strengflüssiges, weißes und sprödes Gemisch, welches sich kaum schmelzen läßt. Bei Arendahl in Norwegen verschmelzt man titanhaltige Eisenerze, welche ein sehr strengflüssiges, aber äußerst festes vollkommen gutes Eisen geben. Die Strengflüssigkeit der Erze ist so groß, daß einige derselben auf einem 35 fußigen Holzkohlenhohenofen nicht verschmolzen werden können. — Die Scheidung des Titan vom Eisen gelingt nach Lowitz am besten durch lange anhaltendes Sieden mit Salzsäure, wobei das Titan als ein völlig unauflösliches weißes Oxyd zurückbleibt.

Die Verbindung des Chrom (Klaproth und Vauquelin 1797) mit Eisen ist eben so wenig bekannt, als die Verbindungen des Eisens mit Tellur (Klaproth 1798), Tantal (Eckeberg 1802), Cererium (Klaproth, Berzelius und Hisinger 1803), Palladium (Wollaston 1803), Iridium (Deskotils und Vauquelin 1803), Osmium (Tennant 1803) und Rhodium (Wollaston 1803).

Ueber die nähere oder entferntere Verwandtschaft des Eisens mit anderen Metallen, oder über die Fähigkeit, sich leichter oder weniger leicht mit denselben zu verbinden, haben die Chemiker, vorzüglich **Bergman** in seiner Abhandlung von den Wahlanziehungen, sehr gründliche Auskunft gegeben. Hiernach folgen die Metalle in Rücksicht ihrer näheren Anziehung folgendergestalt aufeinander: Oben an steht das **Nickel**, dann folgen **Kobalt**, **Arsenik**, **Kupfer**, **Mangan**, **Gold**, **Silber**, **Zinn**, **Spiesglanz**, **Platin**, **Wismuth**, **Blei** und endlich **Queckſilber**. Dies stimmt mit meinen vorhin angeführten Versuchen überein, indeß kann ich nicht beurtheilen, ob diese Stufenfolge vollkommen richtig ist, weil ich das Verfahren nicht kenne, welches die Chemiker angewendet haben, um die Verwandtschaft des Eisens zu anderen Metallen in der Schmelzhitze auszumitteln. Gern gestehe ich es, daß auch meine Versuche unzureichend sind, die Grade der Verwandtschaft mit Genauigkeit zu bestimmen; sie zeigen indeß, daß das **Mangan** wahrscheinlich die erste Stelle in dieser Stufenfolge behauptet, darauf würde das **Nickel** folgen, dann **Kobalt**, **Arsenik**, **Gold**, **Spiesglanz**, **Platin**, **Kupfer**, **Zinn**, **Silber**, **Wismuth**, **Blei**, **Zink** und **Queckſilber**, in so fern die beiden letzteren Metalle nicht vielleicht gänzlich von der Verbindung mit Eisen auszuschließen sind. Es ist aber nicht einerlei, ob man ein Metall, z. B. Eisen mit einem anderen Metall allein oder mit mehreren zugleich zusammenschmelzt, und eben so wenig läßt sich aus dem gemeinschaftlichen Vorkommen der Metalle in den Erzen, und aus der Schwierigkeit, sie von einander zu scheiden, auf ihre starke Anziehung unter einander schließen. Es giebt bekanntlich Eisenarten, die sich weder durch gemeinschaftliche Verschmelzung im Hohenofen, noch bei der Bearbeitung im Frischfeuer genau mit einander verbinden wollen, und deshalb darf man sich wohl nicht wundern,

wenn

wenn sich einige Eisenarten in größeren Quantitäten und mit mehrerer Leichtigkeit mit anderen Metallen verbinden lassen, als andere Eisenarten. Die Verschiedenheit des Hitzgrades, der Zusätze und der größeren oder geringeren Reinheit der übrigen Metalle, können einen sehr verschiedenen Erfolg bewirken. Mir hat es z. B. nicht gelingen wollen, **Zink** und Eisen zusammenzuschmelzen; deshalb ist aber die Möglichkeit dieser Verbindung noch nicht zu läugnen, denn es kann Eisen- oder Zinkarten geben, die zufällig eine Spur von einem Verbindungsmittel für beide Metalle enthalten. Die Vermischungen des **Zink** mit **Mangan**, **Nickel**, **Kobalt**, **Kupfer** und mit mehreren dem Eisen nahe verwandten Metallen, welche die Zinkerze ebenfalls häufig begleiten, sind noch nicht genau genug bekannt, und das abweichende specifische Gewicht der verschiedenen Zinkarten beweist schon, daß die fremden Beimischungen sehr verschieden seyn müssen. Das Schwedische Zink, welches ich zu meinen Versuchen anwendete, war aus schwedischer Blende destillirt, und das leichteste, also wahrscheinlich das reinste von allen Zinkarten. Das Goslarsche Zink hält man gewöhnlich für reiner, als das ostindische **Tutanego**, welches unter allen Zinkarten das schwerste ist.

Nach **Baumé** sollen **Zink** und **Blei** weder zu gleichen Theilen, noch bei einem zweimal größeren Verhältniß des Blei, ein gleichartiges Gemisch geben. Ich erhielt dagegen durch das Zusammenschmelzen von gleichen Theilen schwedischem Zink und Blei sehr leicht ein gleichartiges, dünnflüssiges, grobkörniges und bläulichweißes Gemisch, welches das Ansehen des chinesischen Tutanego hatte und nur etwas spröder war. Auch zwei Theile Zink und 1 Blei schmolzen sehr leicht zu einem etwas weniger spröden Gemisch zusammen. Vier Theile Zink und 1 Blei gaben ebenfalls ein gleichartiges, unter dem Hammer ziemlich zähes und auf dem Bruch mehr

feinkörniges Gemisch. — Ich führe dies an, um zu zeigen, wie verschieden sich die verschiedenen Zinkarten verhalten, denn in Baumé's Versuche setze ich keinen Zweifel.

Auf dem nassen Wege lassen sich Eisen und Zink, z. B. durch Auflösen, sehr genau vereinigen. Das Zink giebt sich dann durch einen weißen Niederschlag, welcher augenblicklich durch das Hinzutröpfeln von zerflossenem Weinsteinsalz entsteht, zu erkennen; ganz vollständig läßt sich die Scheidung jedoch nicht bewirken, weil sich zugleich etwas Eisenocker mit dem Zinkkalk niederschlägt. So lange man nicht für jedes Metall ein besonderes Auflösungs- und Niederschlagungsmittel kennt, wird sich auch eine reine Scheidung auf diesem Wege nicht bewerkstelligen lassen. — Den sichersten Beweis des Zinkgehaltes giebt das Verhalten des durch Alkali niedergeschlagenen Eisenkalkes vor dem Löthrohr auf der Kohle; wenn sich nämlich auch keine blaue Zinkflamme zeigen sollte, so legen sich doch weiße Blumen auf der Kohle an, welche sich von den weißen Blumen, oder von den Sublimaten anderer Metalle dadurch unterscheiden, daß sie einen weißen, blendenden, phosphorischen Schein verbreiten, wenn man die Spitze der Flamme darauf wirken läßt.

Die Kenntniß von den Verwandtschaftsgraden des Eisens zu anderen Metallen gewährt sowohl dem Hüttenmann als auch den Künstlern, bei Metallmischungen, Löthungen u. s. f., großen Nutzen. Obgleich die vorigen Untersuchungen dazu einen kleinen Beitrag geben, so gestehe ich doch, daß sie noch sehr unvollkommen sind, und daß Zeit und Raum es mir nicht erlaubt haben, ausführlicher zu seyn.

Zum Schluß dieser Abtheilung will ich noch die Resultate meiner hydrostatischen Versuche mit mehreren von den vorhin angeführten eisenhaltigen Metallmischungen mittheilen, worauf sich andere Schriftsteller nicht

mit der gehörigen Genauigkeit eingelassen haben. Ich überlasse es dem Leser, Bemerkungen anzustellen und Schlüsse daraus zu ziehen, wenn das specifische Gewicht der Mischungen größer oder kleiner ausfällt, als es der Berechnung nach seyn sollte. Die Gründe zu diesen Berechnungen findet man in Scheffer's chemischen Vorlesungen und in den in jenem Werk angeführten Schriften. Uebrigens bemerke ich noch, daß bei den folgenden Metallmischungen die dazu abgewogenen Quantitäten angegeben sind, welche indeß nur selten gänzlich in die Mischungen eingehen.

A. Eisen mit Kupfer und mit mehreren Metallen.

		Spec. Gewicht.
20 Eisen, 1 Kupfer	(§. 141, 1.)	7,467
5 — 1 —	(§. 141, 2.)	7,640
5 — 1 —	(§. 141, 6.)	7,666
1 — 8 —	(§. 141, 7.)	9,256
1 — 16 —	(§. 141, 9.)	8,304
1 — 20 —	(§. 141, 8.)	8,602
1 — 4 — 1 Spiesglanz	(§. 142, 4. i.)	8,271
1 — 8 — 3 Arsenik		8,301
1 — 16 Messing, 4 Wismuth, 4 Zinn		8,777
1 — 1 Weißkupfer, 1 Zinn		8,039

B. Eisen mit Zinn und mit mehreren Metallen.

10 Eisen, 1 Zinn	(§§. 146, 148, 1.)	7,389
10 — 3 —	(§. 146, 2.)	7,814

	Spec. Gewicht.
4 Eisen, 5 Zinn . . . . . (§. 146, 5.)	7,624
3 — 10 — . . . . . (§. 146, 7.)	7,374
1 — 1 — . . . . . (§. 146, 4.)	7,353
1 — 10 — . . . . . (§. 146, 8.)	7,491
1 — 1 — 1 Spiesglanz . . (§. 147, 6.)	7,415
1 — 5 — 1 $\frac{1}{4}$ Arsenik . . . (§. 147, 11.)	7,126
1 — 6 — 1 Arsenik . . . (§. 147, 1.)	7,721
1 — 10 — 1 Wismuth . . . (§. 147, 12.)	7,154
1 — 16 — $\frac{1}{2}$ Messing . . . (§. 147, 9.)	7,180
1 — 16 — 8 Zink . . . . (§. 147, 8.)	7,129
1 — 10 — 10 Zink, 1 Spiesglanz . (§. 147, 10.)	7,019
1 — 12 — 1 Wismuth, 1 Spiesglanz (§. 147, 7.)	7,483

C. Eisen mit Blei und mit mehreren Metallen.

1 Eisen mit Spiesglanz, 4 Blei, $\frac{1}{4}$ Messing (§. 152, 2.)	9,657
1 Eisen, 20 Blei, 1 $\frac{1}{2}$ Spiesglanz, 2 Zinn, $\frac{1}{4}$ Messing (§. 152, 3.)	9,733
5 Eisen, 25 Blei, 11 Spiesglanz . . (§. 152, 1.)	8,096

D. Eisen mit Mangan und mit mehreren Metallen.

3 Eisen, 1 Mangan . . . . (§. 155, 2.)	7,722

2 Ei-

	Spec. Gewicht.
2 Eisen, 1 Mangan (§. 155, 3.)	7,495
Daländisches strahliges Roheisen (§§. 34, 155, 3.)	7,613
— — stahldichtes Roheisen (§§. 34, 155, 1.)	7,777
1 Eisen, 4 Mangan, 6 Kupfer (§. 142, 4.)	8,165
3 Eisen und Mangan, 20 Kupfer (§. 156, 1.)	8,363
Das reinste Mangan (nach Bergman)	6,850

E. Eisen mit Nickel.

Eisenhaltiges Nickel	7,466
— — — mit eben so viel Kupfer (§. 159, 3.)	7,918
1 eisenhaltiges Nickel, 2 Messing (§. 159, 2.)	8,703

F. Eisen mit Kobalt und mit mehreren Metallen.

Eisenhaltiges Kobalt und eben so viel Messing (§. 162, 3.)	7,847
1 — — 2 Messing	7,044
1 — — 1 Kupfer	8,178

G. Eisen mit Spiesglanz und mit anderen Metallen.

2 Eisen, 1 rohes Spiesglanz (§ 167, 3.)	6,885
2 Spiesglanz mit Eisen, 1 Kobalt	7,372
Dasselbe und Zink	6,230

Siebente Abtheilung.

Von den Pigmenten aus Eisen.

§. 179. Von den Eisenfarben überhaupt.

Kein Körper zeigt sich mit mannigfaltigeren Farben, als das Eisen, besonders wenn es von Natur oder durch Kunst, sey es durch Feuer oder durch Auflösungsmittel, in einen Zustand der Zerstörung versetzt ist. Aus dem Eisen lassen sich alle Farben darstellen, wenn sie auch gerade nicht die Höhe, als die aus anderen Metallen und aus den beiden anderen Naturreichen erlangen. Die Farben, mit denen das Eisen in der Hitze anläuft (4. Abth.), und welche es beim Auflösen und Niederschlagen annimmt (8. Abth.), deuten schon einigermaßen auf diese Eigenschaft des Eisens hin.

D'Arcet bestätiget in seiner Abhandlung: sur l'action d'un feu violant, Marggraf's frühere Behauptung, daß der Lasurstein dem Eisen seine schöne blaue Farbe zu danken habe, und bemerkt S. 78.: „Die sorgfältigsten und genauesten Versuche zeigen uns täglich, daß das Eisen die Grundlage der mehrsten und der schönsten Farben des Mineralreichs ist. Es läßt sich daher wohl annehmen, daß dieser Körper auch die schönsten Färbungen der Pflanzen bewirkt." Ob das Eisen wirklich die grüne Farbe der Blätter, die schönen farbigen Zeichnungen der Blumen und die rothe Farbe

des

des Blutes hervorbringt, will ich nicht untersuchen; gewiß ist es aber, daß sich im Blut sowohl, als in allen Pflanzensäften, Eisen findet *), und daß man aus dem Eisen die drei Hauptfarben: Blau, Roth und Gelb aus denen sich alle andere darstellen lassen, bereiten kann.

Die gewöhnlichsten Farben der Eisenkalke sind: die gelbe Rostfarbe, welche durch die Auflösung des Eisens in Säuren und durch den Zutritt der Luft entsteht; die röthlichbraune Farbe durch Kalciniren im Feuer, und die schwarzbraune und grüne Farbe durch das Verglasen in der Schmelzhitze mit glasartigen Zuschlägen. Durch diese Farbe giebt sich auch die Anwesenheit des Eisens, wenn es früher durch andere Farben versteckt war, beim Kalciniren, Schmelzen und Auflösen zu erkennen. Wenn gar keine von diesen Farben zum Vorschein kommt, oder wenn die Farbe in einer mäßigen Kalcinationshitze wieder verschwindet, so läßt sich sicher annehmen, daß die Farben durch eine flüchtigere und gewöhnlich bloß durch eine brennbare Substanz entstanden sind, obgleich auch, wie wir weiter unten sehen werden, Ausnahmen statt finden, und die Farbe des Eisens in einer sehr starken Hitze verschwindet. Weiß gefärbtes Eisen oder farbenlose Eisenerde kommt äußerst selten vor, indeß trifft man sie doch wirklich in der Natur an, und sie läßt sich auch künstlich darstellen, wie wir in der Folge sehen werden.

Die glasartigen Schlacken, welche beim Verschmelzen der verschiedenartigen Eisenerze in den Hohenöfen entstehen, können durch das Eisen auf mannigfaltige Art

*) Der Eisengehalt der organischen Körper ist in so fern noch problematisch, als man ihn immer nur erst nach der Zerstörung derselben auffindet. So wird z. B. im Blut erst nach dessen Verbrennen Eisen gefunden; im frischen Blut zeigt sich, durch Behandlung mit Säuren u. s. f., keine Spur davon. Diese merkwürdige Erfahrung deutet auf die wirkliche Erzeugung des Eisens aus seinen nächsten Bestandtheilen hin.

Art gefärbt erscheinen. Dürrsteinerze z. B.. welche blutsteinartig sind (Cronstedt's Mineralogie §. 203.), geben eine hochblaue Farbe mit mehreren Abstufungen. Die mehrsten Quicksteinerze färben die Schlacke grün, zuweilen schön smaragd- und chrysolithfarben. Die Danemorer Erze geben eine schwefelgelbe undurchsichtige Schlacke; verträgt der Ofen einen stärkeren Erzsatz, so ist die Schlacke gewöhnlich weiß oder grau, und hat das Ansehen des feinsten Porzelan, obgleich sie dann nicht immer eisenhaltig ist. Schwarze Schlacke deutet auf einen unregelmäßigen Ofengang, und die rothen Farben sind für diesen Hitzgrad zu flüchtig, welches wir weiter unten noch näher sehen werden.

§. 180. Von der natürlichen schwarzen Eisenfarbe.

Schwarz ist zwar keine eigentliche Farbe, sondern nur das Unvermögen der Körper, gefärbte Lichtstrahlen zurückzuwerfen; weil das Eisen aber gewöhnlich mit dieser Farbe vorkommt, und den Hauptbestandtheil der schwarzen Farben ausmacht, so muß ich zuerst von den schwarzen Eisenfarben reden. Viele Mineralien verdanken ihre schwarze Farbe dem Eisen; ich zähle hierher nicht die vielen allgemein bekannten reichen schwarzen Eisenerze, besonders die schwedischen magnetischen, welche ihre schwarze Farbe behalten, man mag sie zu Pulver reiben oder rösten, sondern folgende Fossilien, deren Färbung ohne Zweifel ebenfalls durch Eisen entstanden ist.

1. Schwarzer Granat aus Lappland *).

2. Schwarzer Schörl oder Basaltes, der zu Neu-Kupferberg, in Frankreich und an mehreren Orten krystallisirt, in Jämteland zu Utö u. s. f. aber strahlig vorkommt, des schwarzgrauen Basalts in Irland, Island, am Stolpenstein zu Meißen, in Niederhessen und an mehreren Orten in Deutschland nicht zu gedenken.

3. Schwar-

*) Melanit.

3. Schwarze Hornblende, welche durch Reiben ndeß ein grünes Pulver giebt.

4. Schwarzer Dachschiefer.

5. Schwarzer Serpentin von Hällefors u. s. f.

6) Probirstein, Lydischer Stein, oder unser Schwedischer Trapp von Salberg, Ost- und West-Silfberg u. s. f. Dies ist der wahre Probirstein von hochschwarzer Farbe; er braust mit Scheidewasser nicht und nimmt keine stärkere Politur an, als nöthig ist, damit die Metalle einen deutlichen Strich darauf zurück lassen. Er muß nicht mit dem schwarzen Marmor verwechselt werden, der von Mineralsäure angegriffen wird und daher nicht tauglich ist, wenn man mit Scheidewasser untersuchen will, ob der Goldstrich ächt ist, oder nicht.

7. Das schwarze spiegelnde Eisenerz von Grythytta. Alle die vorhin genannten Fossilien erhalten durch das Rösten eine rothbraune Farbe, und werden zum Theil vom Magnet gezogen, wodurch sich ihr Eisengehalt zu erkennen giebt.

8. Das Reißblei, welches in den englischen Steinkohlengruben, besonders zu Koßwyk in Cumberland, unter dem Namen Killow oder Wadt vorkommt, gehört auch zu den Fossilien, die durch Eisen schwarz gefärbt sind, obgleich es mehr eisengrau als schwarz ist. Wir werden weiter unten sehen, auf welche Art sich das Eisen in eine solche schwarze reißbleiartige Substanz verwandeln läßt, woraus man (wenn man die Natur des Reißblei jetzt nicht besser kennte) auf die Vermuthung gerathen sollte, daß das natürliche Reißblei auf dieselbe Art entstanden wäre und Eisen zur Grundlage habe, jedoch mit einiger Abänderung in der Entstehung, Zusammensetzung und Mischung mit andern Körpern. Ein eigenthümliches flüchtiges Reißblei von der Märtshütte im Linder Bergrevier giebt durch Schmelzen mit Weinsteinsalz eine Schwefelleber, woraus man durch

Kochen mit Wasser eine gelbbraune Auflösung erhält, aus welcher Scheidewasser ein pechschwarzes, aus etwas Eisen und viel Schwefel bestehendes Pulver niederschlägt. Scheele hat indeß gezeigt (Abhandl. d. Schwed. Akad. f. 1778 und 1779), daß das Eisen keinen nothwendigen, sondern bloß einen zufälligen Bestandtheil des natürlichen Reißblei ausmacht.

9. Schwarz Braunsteinerz aus England, Daland, Westgothland u. s. f. Durch die Verwitterung zerfällt es mehrentheils zu einem schwarzen abfärbenden Pulver. Nach neuern Versuchen enthält dies Fossil zwar ein besonderes Metall, indeß mag die schwarze Farbe doch wohl zum Theil vom Eisen herrühren, weil das Fossil durch Kalciniren im offnen Feuer eine braune Farbe erhält und etwas vom Magnet gezogen wird. Im verschlossenen Feuer entsteht durch langsames Kalciniren ein grünes Glas, welches auf die Anwesenheit des Eisens hindeutet (§. 73, XVII.), obgleich durch Schmelzen mit Salpeter und mit Glasflüssen, ohne Zusatz von Brennbarem, ein röthlich gefärbtes Glas zum Vorschein kommt (Man vergleiche Scheele's Versuche in der Abhandl. der Schwed. Akad. f. 1774) Alle anderen schwarzen Erd- und Steinarten, die im Feuer ihre Farbe verlieren und sich weiß brennen, z. B. schwarzer Thon, schwarzer Marmor, schwarzer Kiesel, Steinkohlen, Brandschiefer, Kohle, Gagat u. s. f., enthalten brennbare oder öhige Substanzen, denen sie ihre schwarze Farbe verdanken, welche in einer so starken Hitze wieder verfliegt.

10. Die schwarze Lava, oder die glasige Schlacke *), welche in großer Menge auf der Insel Ascension vorkommt und unter dem Namen Ascensions-Agat bekannt ist, besteht bloß aus einer, durch einen vormals thätigen Vulkan verglasten, eisenhaltigen Bergart. Alle diese Laven von den jetzt noch brennenden und von den schon erlo-

*) Obsidian.

erloschenen Vulkanen, sind äußerst verschieden, und sollten eigentlich nicht zu den natürlichen schwarzen Eisenfarben gerechnet werden, weil sie Ausgeburten des Feuers sind. Zuweilen sind sie so hart, daß man sie für schwarzen Agat halten könnte, wie vom Habichtswalde in Hessen u. s. f. Zuweilen enthalten sie auch schwarze und grüne schörlartige Krystalle, welche den Gelehrten vielem Stoff zum Nachdenken gegeben haben, wie so regelmäßige Krystalle in Schlacken oder Laven enthalten seyn können, welche in einer heftigen Hitze geschmolzen sind. Da indeß auch in Hohenöfen, besonders in solchen, worin granatartige Dürrsteinerze verschmolzen werden, nicht selten Schlacken entstehen, in deren Höhlungen beim Erkalten schöne, schörlartige, vierseitige, lange, rhomboidalische Krystalle anschießen, so ist es nicht zu verwundern, wenn bei den vulkanischen Schlakken dasselbe geschieht.

11. Auch die schwarze eisenhaltige Kalkerde, welche zugleich mit dem Stahlstein zu Schwarzberg in Westfälfberg bricht, verdient hier eine Stelle, obgleich ihre Farbe größtentheils vom Mangan herrührt.

§. 181. Von der künstlichen schwarzen Eisenfarbe.

Ich habe schon bemerkt (§. 179.), daß das Eisen durch Zersetzung bei einem freien Luftzutritt, wobei das Brennbare größtentheils zerstreut wird, gewöhnlich eine röthliche Rostfarbe annimmt. Wenn das Brennbare aber bei der Zerstörung des Eisens zusammengehalten, oder durch einen Zusatz wieder ersetzt wird, so erhält man eine schwarze Farbe, welche unter dem Namen: Aethiops martialis sehr bekannt ist. Bekanntlich läßt sich der aus Quecksilber bestehende Aethiops mineralis auf zwei Arten, nämlich kalt und warm, bereiten, und diese beiden Bereitungsmethoden finden auch bei dem Eisenmohr statt.

1. In

1. In der Kälte, oder ohne Hülfe des Feuers, hat Lemery den Eisenmohr zuerst aus reinem Eisenfeilspan, durch Aufgießen von reinem Kalkwasser bereitet, indem sich der größte Theil des Feilspans dadurch nach einigen Wochen in ein schwarzes Pulver oder in Mohr verwandelte, wobei indeß die weiter unten (§. 215.) anzuführenden Umstände berücksichtigt werden müssen (vergl. Macquers chemisches Wörterbuch Art. Eisenmohr). Dieser Mohr wird aber bloß als Arzneymittel angewendet.

2. Einige Roheisenarten, vorzüglich das schwarzgraue oder gaare, geben bei der Auflösung in starken Säuren einen schwarzen Rückstand, der an den Händen und auf dem Papier wie Reißblei abfärbt (§§. 217. 231). Wird Eisen in Vitriolsäure aufgelöst, so setzt sich ein schwarzes Pulver ab, welches größtentheils aus Schwefel und Eisen besteht. Wird zu der Auflösung des Eisenvitriols in Wasser etwas Salpetersäure getröpfelt, und das aufgelöste Eisen dann mit einer reinen und durchgeseiheten Auflösung der Pottasche in Wasser niedergeschlagen, so erhält man einen gelben Eisenkalk, der nach dem Trocknen die Feuchtigkeit aus der Luft anzieht, nach einiger Zeit ganz schwarz und hart wird, und einen glänzenden Bruch, wie einige schwarze Wiesenerze erhält *). Eben solchen schwarzen Eisenkalk erhält man, wenn ein durch Salzwasser bereiteter Eisenrost in Wasser, worin sich Kochsalz aufgelöst befindet, gekocht wird.

3. Wenn man mehr Eisen, besonders Brennstahl, in ein Auflösungsmittel, z. B. in Scheidewasser bringt, als dieses aufzulösen im Stande ist, oder wenn man den Stahl mit Scheidewasser bestreicht, so löst sich zwar ein

*) Die Verbindungen des oxydirten Eisens mit Wasser — Eisenhydrathe — sind sehr häufig basische Salze, deren Farbe durch das Trocknen immer dunkler wird. Mit dem Dunklerwerden nehmen auch die Cohäsion und der Glanz zu.

ein Theil auf, es setzt sich aber auch zugleich ein schwarzer Niederschlag ab, der durch den Zutritt der Luft wieder gelb und rostfarbig wird. Durch Zugießen von Wasser und durch Abdestilliren desselben aus einer Retorte, läßt sich die schwarze Farbe aufbewahren.

4. Gewöhnlich bereitet man den Eisenmohr auf folgende Art: Man löst grünen Eisenvitriol im Wasser auf, schlägt das Eisen durch Weinsteinsalz oder Pottasche nieder, kocht den niedergeschlagenen Ocker mit reinem Wasser aus, so daß der beigemengte vitriolisirte Weinstein rein ausgelaugt wird, trocknet den Rückstand in einer Retorte, tränkt ihn mit Baumöl ein und zieht dieses dann ab. Geschieht das Trocknen und das Abbrennen des Oels in offnen Gefäßen, so bekommt man bloß einen gelben Ocker. Für eine Art von Mohr kann man auch den schwarzen Eisenocker halten, der aus der Vitriolauflösung durch einen Galläpfelaufguß niedergeschlagen wird. Dieser Niederschlag ist eigentlich nichts weiter, als eine eingetrocknete Schreibetinte und läßt sich zum Mahlen anwenden.

5. Durch Hülfe des bis auf einen gewissen Grad, nämlich bis zur braunrothen Glühhitze unterhaltenen Feuers, läßt sich vorzüglich das mit einer Thondecke überzogene Roheisen in sogenannten Aethiops martialis calide factus verwandeln. Wir haben schon oben (§. 56.) gesehen, daß das Eisen nach den verschiedenen Hitzgraden, und nach der damit im Verhältniß stehenden geringeren oder stärkeren Verdunstung des Brennbaren, eine schwarze, braune, rothbraune, violette und rothe Farbe annimmt, auch haben wir ein Beispiel gehabt, auf welche Art sich das Roheisen in eine schwarze reißbleiartige Eisenfarbe verwandelte (§. 57, 10). Wenn dieser Mohr durch Schlämmen von den anhängenden kleinen Eisenkörnern befreit und mit dünnem Leimwasser und Zucker abgerieben wird, so erhält man eine schöne schwarze Tusche, welche bei starker Verdün-

nung

nung etwas ins bläuliche und stahlgraue fällt, und besser als die chinesische Tusche zu gebrauchen ist, weil sie beim Verwaschen keine so scharfen Umrisse als die chinesische Tusche zurückläßt, also weichere Schattirung giebt und den Einwirkungen der Luft und der Sonne besser widersteht. Wegen der großen Aehnlichkeit mit Reißblei versuchte ich, theils durch das bloße Anreiben mit Leimwasser, theils nach der in Deutschland gebräuchlichen Methode, durch einen Zusatz von Harz und etwas Wachs, Bleistifte daraus anzufertigen, welches zwar gelang, indeß war der Strich schwärzer und nicht so gleichartig, als vom natürlichen Reißblei. Mit Bernstein- oder Leinöl-Firniß abgerieben und auf Eisen gestrichen, entstand eine sehr glänzende schwarze Farbe, die vorzüglich bei Dachblechen sehr anwendbar ist. In §§. 62. 73, IX. haben wir gesehen, wie diese reißbleiartige Schwärze in der Cementirhitze auf dem Stahl und geschmeidigen Eisen zum Vorschein kommt. Zu groben Anstrichen würde die absichtliche Bereitung indeß zu kostbar werden, und man muß sie daher nur als ein zufälliges Produkt auffammeln (weiter unten 6, k.).

6) Beim Niederschlagen des Eisens aus seinen Auflösungen erhält man ebenfalls eine schwarze Farbe.

a. Das Eisen löst sich beim Zusammenschmelzen mit der Schwefelleber vollkommen zu einem schwarzen Brei auf, der aber beim Eintrocknen gelb wird, und die gewöhnliche Rostfarbe erhält.

b. Auch durch Zusammenschmelzen des Eisens mit Schwefel und Kalk, oder mit Kalkleber, erhält man nach dem Auflösen und Niederschlagen eine schwarze Farbe.

c. Wenn zu einer Auflösung der Schwefelleber in reinem Wasser eine gesättigte Auflösung des Eisens in Salpetersäure getröpfelt wird, so erhält die Flüssigkeit zuerst eine schöne mineralgrüne Farbe, bei einem

stär-

stärkeren Zusatz von der Eisenauflösung fallen Eisen und Schwefel als eine weiche schwarze Masse nieder.

d. Wird eine Eisenvitriolauflösung in die Schwefelleberlauge getröpfelt, so wird die Flüssigkeit erst grasgrün und dann weiß wie Schwefelmilch. Durch den Zusatz einer Pottaschenauflösung in Wasser wird das Eisen alsdann mit einer großen Menge Schwefel ganz schwarz niedergeschlagen *).

e. Mit Ochsengalle läuft die Eisenauflösung zuerst zu einer weißen Masse zusammen, die in der Wärme schwarz wird, wobei sich ein starker Moschusgeruch verbreitet.

f. Alaunschiefer gab durch die Destillation etwas Oel und ein balsamisches Wasser, welches mit Säuren brauste und das Eisen mit einer schwarzen Farbe, die im Feuer grau ward, niederschlug.

g. In Vitriolsäure aufgelöstes Eisen ward dadurch zuerst als ein weißes Pulver niedergeschlagen, welches sich nachher an der Luft schwärzte und dann eine Rostfarbe erhielt.

h. Wenn der durch Auflösung des Eisens in Vitriolöl bereitete Eisenvitriol mit Pottasche niedergeschlagen und die Flüssigkeit aus einer Retorte abdestillirt wird, so daß kein Luftzutritt statt finden kann, so bleibt ein schwarzes Pulver zurück, welches reines Eisen ist.

i. Der Niederschlag, welcher durch den Zusatz des fixen Arsenik zu einer Auflösung des Eisens in Salpetersäure entsteht, wird durch das Kalciniren schwarz.

k. In einer medicinischen Schrift findet man folgendes Verfahren zur Bereitung eines guten schwarzen Eisenkrokus. Der Rückstand von der Destillation des Vitriolöls aus dem Eisenvitriol wird zuerst durch öfteres Aussüßen mit warmem Wasser von der anhängenden Säu-

*) Alle diese schwarzen Niederschläge a-d sind bekanntlich Verbindungen des Wasserstoffs und Schwefels mit Eisenoxydul.

Säure völlig befreit, dann mit doppelt so viel reinem und gut abgekuistertem Kochsalz vermengt und auf einer eisernen Platte sorgfältig zusammengerieben. Dieses Gemenge wird in einen dünnen Flintenlauf gethan, die Oeffnungen werden mit einer guten Thonmasse verstopft und wenn die Stöpsel gut getrocknet sind, wird der Lauf langsam erhitzt und endlich vier Stunden lang zwischen glühenden Kohlen in einer ganz gleichen Glühhitze erhalten. Dann werden die Thonpfropfen weggenommen, der schwarzgewordene Eisenkrokus mit einem Stück Eisen herausgestoßen, fein gerieben, mit warmen Wasser ausgelaugt und von dem anhängenden Salz befreit. Dieser Krokus behält seine schwarze Farbe sehr lange im Feuer. — Der Rückstand von der Destillation des Salzgeistes mit Vitriol giebt, auf eben diese Art gebrannt, ebenfalls eine schwarze Farbe, ohne daß er vorher ausgesüßt und mit Salz versetzt werden darf.

Mehrere solche schwarze Niederschläge werden wir in der Folge bei der Auflösung und Fällung des Eisens (§§. 217-248.) noch näher kennen lernen; im Allgemeinen bemerke ich nur noch, daß das Eisen immer eine schwarze Farbe erhält, wenn es Gelegenheit hat, etwas Brennbares, welches es sehr gern anzieht, aufzunehmen *). Eisenhaltiges Trinkwasser verursacht, wegen der öligen und adstringirenden Theile, in den Eingeweiden schwarze Excremente. Diese schwarze Farbe ist indeß nicht beständig, denn an der Luft wird sie rostfarbig, und im Feuer nimmt das Eisen eine rothe oder eine braune Farbe an. — Dies ist auch der Grund, warum man den rothbraunen und gut ausgesüßten Eisenkalk, den man durch Niederschlagen des in Salpetersäure aufgelösten Roheisens vermittelst der Pottasche erhält, durch Kochen mit starkem Weinessig in einen schwar-

*) Oder nach unseren jetzigen Begriffen in den Fällen, wo Eisenoxydul entsteht, und die stärkere Oxydation desselben, oder die Entstehung des Eisenoxyd verhindert wird.

schwarzen Kalk verwandeln kann. Der rothe Kalk zieht nämlich das Brennbare aus dem Essig an, und wird so schwarz wie Tusche, dessen Stelle er auch vertreten kann. Der Eisenkalk, welcher aus der Auflösung in Vitriolsäure niedergeschlagen wird, giebt mit Essig keinen solchen schwarzen Kalk.

§. 182. Von der schwarzen Farbe, die das Eisen den Glasflüssen mittheilt.

Es ist eine bekannte Sache, daß das zerstörte Eisen, z. B. Rost, Eisenschlacken, aus Säuren niedergeschlagenes oder kalcinirtes Eisen, ferner eisenhaltige Erze und Erdarten beim Schmelzen ein mehr oder weniger schwarzes Glas oder Schlacke geben, so daß man von der schwarzen Farbe der Schlacke mit ziemlicher Sicherheit auf die Gegenwart des Eisens schließen kann, obgleich nicht umgekehrt, weil das verglaste Eisen auch mit anderen Farben vorkommt. Wird eine große Intensität der schwarzen Farbe verlangt, so muß das Eisen in einer ziemlichen Quantität vorhanden und das Glas dick seyn, weil die schwarze Farbe bei einem dünnen Glase ins braune fällt; auch muß das Feuer nicht zu lange darauf wirken, denn die schwarze Eisenfarbe ist in der Hitze nicht beständig, sondern sie erscheint (gerade wie der schwarze Krokus) mit einer desto schwärzeren Farbe, je mehr Brennbares sie enthält, und verbleicht desto mehr, je mehr das Brennbare durch die Hitze verflüchtiget wird, so daß ein Glas, welches zuerst schwarz war, nach und nach schmuzigbraun, schmuziggrün, olivenfarbig und endlich grün wird, wenn der größte Theil des Phlogiston des Eisens verbrannt ist.

An einigen Orten in Deutschland wird zu den schwarzen Glasflüssen eine Art von leichtflüssigem eisenhaltigem Trapp, den die Arbeiter, von seinem Gebrauch zu

schwar-

schwarzen Knöpfen, Knopfstein nennen, angewendet. In Schweden giebt es sehr viel von solchem Trapp, der (§. 180, 6.) die ächten Probirsteine liefert. Zu West-Silfberg bricht eine Gebirgsart, welche die Arbeiter, weil die Bruchsteine so quadrig wie Ziegel ausfallen, Tegelsköl nennen, mit der ich viele Versuche zur Benutzung auf schwarze Glasflüsse angestellt habe. In der Glühhitze bekommt dieser Stein eine röthliche Farbe und wird vom Magnet gezogen; in stärkerer Hitze schmelzt er aber zu einem schwarzen, leichtflüssigen, dichten Glase, welches bei der Bereitung der Glasflüsse von großer Wichtigkeit ist. Durch den Zusatz von etwas kalcinirtem Braunstein wird das Glas leichtflüssiger, fällt im Guß besser aus und nimmt die Eindrücke der Formen vollkommener an. Umbra, Eisengranaten u. s. f. liefern ebenfalls schwarze, leichtflüssige und dichte Gläser. Kleine Eisenstücke schmolzen mit gleichen Theilen Gips und Flußspath zu einem schwarzen Glase, welches den Tiegel durchbohrte, sehr leicht und dünnflüssig war, auch dicht und ohne Blasen ausfiel. Gips und Flußspath, als das leichtflüssigste von allen bekannten Gemengen, gaben, mit etwas Eisenfeilspan versetzt, eine sehr gute Masse zu einem schwarzen Glasfluß, der zu Knöpfen, Armbändern u. s. f. gebraucht werden kann. Weil dies Glas aber zu fressend ist, so muß man etwas Kieselmehl zuschlagen, oder einen Glaßsatz aus 4 Gips, 2 Flußspath und 1 Quarz anwenden, so daß die fressende Eigenschaft des Flußspath durch den Quarz gemildert und der Tiegel geschont wird. Dieser Glaßsatz gab mit $\frac{1}{3}$ Eisenfeilspan oder Roheisenbohrspan ein ganz schwarzes, auch an den dünnen Kanten nicht durchscheinendes Glas. Das Eisen wird hierbei von der Vitriolsäure im Gips angegriffen und verschlackt, so daß man deutlich bemerken kann, wie die Flußspathsäure in erstickenden Dämpfen ausgetrieben wird. Wendet man verschlacktes Eisen an, so erhält man kein schwarzes,

son-

sondern ein weißlichgelbes Glas, weil die Säure nur auf das reine metallische Eisen wirkt.

Die blaue Farbe erhöht bekanntlich die weiße und benimmt ihr das gelbliche. Eben das findet bei der schwarzen Farbe statt, die eigentlich eine im höchsten Grade dunkelblaue Farbe ist. Die gelbe und die braune Farbe, zu denen sich die Eisenglasflüsse sehr hinneigen, werden durch das Blau weggenommen, wodurch das Schwarz gehoben wird (§. 183).

1. Anton Neri giebt im 51. und 52. Kapitel seiner Glasmacherkunst folgende Mischung zu einem schwarzen Glasfluß an. Man nimmt 20 Theile fein gepulvertes Bouteillenglas und reibt es mit 3 Mennige oder Glätte, 2 kalcinirtem Crocus martis mit Schwefel bereitet, 2 Schmiedesinter, 1 Braunstein und $\frac{3}{4}$ blauer Smalte sorgfältig zusammen, schmelzt das Gemenge in einem Tiegel, und läßt es nicht länger im Feuer stehen, als bis das Glas rein und dicht geschmolzen ist. Wenn das Glas benutzt werden soll, so kann die Schmelzung nicht gut anders, als im Glasofen geschehen. Ohne Zusatz von Braunstein und Smalte erhält man zwar ein schwarzes Glas, allein es fällt gegen das Licht gehalten ins dunkelbraune, und verliert seine schwarze Farbe bei anhaltender Hitze, so daß jene Zuschläge sehr nützlich sind. An den dünnen Kanten bleibt jenes Glas indeß immer schmutziggrün durchscheinend, und kann nur durch einen stärkeren Zusatz von Crocus martis, oder Blutstein, dunkler und weniger durchscheinend dargestellt werden. — Braunstein allein giebt dem Glase auch eine gute schwarze Farbe, und deshalb ist er als Zusatz zu den schwarzen Glasflüssen, woraus die sogenannten Corallenhalsbänder u. s. f. angefertigt werden, sehr zweckmäßig; an den dünnen Kanten ist dies Glas aber gewöhnlich röthlichbraun durchscheinend. Man kann daher auch, wie es auf den Glashütten wirklich geschieht, zerschlagene Glasflüsse von

einer

einer anderen, z. B. von blauer und rother Farbe, zusetzen. Der Braunstein hat dabei den Nutzen, daß er das Glas leichtflüssiger und gegen die Eindrücke der Form empfänglicher macht. Ein Theil Braunstein reicht hin, um 15 Theile Glas zu färben, besonders wenn er sehr eisenhaltig ist. Dies Glas ist indeß zur Mahlerei oder zur Emaille nicht anwendbar, weil es eine schlechte unreine Farbe giebt, und in dünneren Ueberzügen die schwarze Farbe verliert.

2. Alle Arten von Eisensafran geben zwar ein schwarzes Glas, vorzüglich aber die aus Säuren niedergeschlagenen Eisenkalke. So erhielt ich z. B. aus 1 Theil Eisenkalk, der aus der Auflösung in Scheidewasser durch Pottasche niedergeschlagen und dann bis zur schwarzen Farbe kalcinirt war, mit 4 Theilen eines Glaßflusses, der aus 4 Kieselmehl, 2 Pottasche, 1 Salpeter und $\frac{1}{4}$ Borax bestand, in einer starken Schmelzhitze ein pechschwarzes Glas; eben so aus 1 Eisenrost und 4 von dem vorhin genannten Glasfluß. Bei einem geringeren Verhältniß des Eisenzusatzes fiel das Glas weniger schwarz aus.

3. Ein Gemenge aus 4 Theilen von dem im folgenden § beschriebenen Glaßfluß, $\frac{1}{2}$ Blutstein und $\frac{1}{10}$ rohen Kobalt gab beim Zusammenschmelzen im Tiegel ein ganz schwarzes, auch in den feinsten Fäden nicht durchscheinendes leichtflüssiges Glas, welches sich gut in Formen gießen ließ und sehr dicht ausfiel, auch von allen Gläsern das beste war. Es ließ sich sehr gut poliren, nutzte sich aber bald ab, weil es nicht Härte genug besaß.

4. Vier Theile von demselben Glasfluß, 1 roher und unkalcinirter Braunstein und $\frac{1}{10}$ von dem vorhin erwähnten Glase gaben ebenfalls ein sehr schönes, leichtflüssiges und in dicken Stücken sehr dichtes Glas, welches aber in dünnen Stücken etwas ins rothbraune fiel. Mehrere andere Versuche, die weniger glückten, übergehe ich hier ganz.

§. 183. Von der schwarzen Emaille, oder von der Glasur durch Eisen.

Die braunen und grünen Schattirungen des Glases bleiben, so lange sich der Glasfluß in dicken Stücken, wie im vorigen § befindet, ziemlich verborgen; sie treten aber augenblicklich hervor, wenn steinerne Gefäße mit diesem Glase dünne überzogen werden sollen, oder wenn man es zu schwarzen Malereien in dünnen Strichen auf thönernen Gefäßen, Fayence, ächtem Porcelan oder Emaille anwenden will. Zu allen diesen Arbeiten muß die Farbe vollkommen schwarz, wie chinesische Tusche ausfallen. In China ist man damit sehr bekannt, wie das altmodische Porcelan mit eingebrannten Tuschmalereien beweiset.

Auf mehreren europäischen Porcelanfabriken kennt man die dazu nöthigen Mischungen ebenfalls, die Meister bewahren sie aber als ein Geheimniß. Ich habe mehrere Versuche, die beste Composition zu einem schwarzen Emailleglase auszumitteln, angestellt, die ich hier aber, um Raum zu sparen, nicht anführen kann, indem sich die Versuche auf alle Kalke von geschmeidigem Eisen, Stahl und Roheisen, auf die mannigfaltigste Art durch Kalcination, Zerfressen, Auflösen und Niederschlagen bereitet und mit den verschiedenen Zusätzen oder Flüssen behandelt, erstrecken. Eisen allein gab selten eine schwarze Farbe, und wenn ich durch leichtflüssige Zuschläge in einer schnellen und mäßigen Hitze auch endlich eine schwarze Mahlerei zu Stande brachte, so fiel sie doch bei einer anhaltenderen und stärkeren Hitze immer ins Schmutzigbraune, Olivenfarbene, Rothbraune, Gelbe oder Grüne, vorzüglich wenn dünne Ueberzüge und feine Striche gemacht wurden. Dieses Uebel ließ sich auf keine andere Weise heben, als wenn die Eisenkalke mit etwas Kobalt, der ein blaues feuerbeständiges Glas giebt, versetzt wurden. — Zu allen diesen Versuchen wur-

wurden die Gemenge mit Wasser angerieben *) und auf gebrannte weiße Porcelanstücken gestrichen, welche in einem geheizten Probirofen so lange stehen blieben, bis die Glasur geschmolzen war. Der Glasfluß, den ich zusetzte, bestand aus 3 Theilen Mennige oder Glätte, mit 1 Theil Kieselmehl zu einem durchsichtigen Glase zusammengeschmolzen. Zu groben Töpfergefäßen habe ich diesen Fluß am anwendbarsten gefunden. Ein besseres Emailleglas zu feinen Malereien hat Montamie in seiner Emaillirkunst angegeben (§§. 190-195.). Von den Versuchen, die mir am besten gelungen sind, will ich einige anführen.

1. Statt des kalcinirten Eisens, oder des Eisensafran, dessen Zubereitung immer sehr viel Mühe erfordert, versuchte ich den bekannten Blutstein, welcher, um ihn leichter zerpulvern zu können, zuerst geglüht, dann zerstoßen, auf einer Eisenplatte gerieben und durchgesiebt ward. Noch besser und feiner zertheilt erhält man ihn durch Schlämmen. Ein Theil von diesem Blutstein und 1 Theil reiner ganz fein zerpulverter Kobalt wurden mit Wasser und mit 120 Theilen von dem vorhin erwähnten Glasfluß zu einem dünnen Brei gerieben, welcher auf gebrannte Thongefäße aufgetragen und im Töpferofen eingebrannt ward. Die Glasur war an den Stellen, wo sie das Gefäß etwas dick bedeckt hatte, ziemlich schwarz und blank; in den feineren Strichen trat aber die blaue Farbe etwas hervor. Zu schwarzen Dachziegeln ist dies Gemenge, weil es nicht kostbar ist, sehr anwendbar. Das Anreiben muß dann auf einer Töpferscheibe geschehen

*) Die Darstellung einer schwarzen Glasur ist eine höchst schwierige Aufgabe, welche ohne Anwendung des schwarzen Eisenoxyduls gar nicht gelöst werden könnte, indem der braune Kupferkalk und der Braunsteinkalk nur unvollkommene Surrogate sind. Hätte Hr. R. zum Anreiben nicht Wasser, sondern Oel genommen, so würde es ihm gelungen seyn, eine völlig schwarze Glasur zu erhalten. Das Wasser trug aber wahrscheinlich zur stärkeren Oxydation des Oxyduls bei und vereitelte sein Vorhaben.

schehen, und die Farbe fällt desto besser und gleichartiger aus, je feiner sie gerieben wird.

2. Um den Kobalt zu sparen, und um das Durchscheinen der blauen Farbe desselben zu verhüten, schmolz ich rohes Kobalterz mit $\frac{1}{3}$ Schwefelkies zu einem Rohstein, welchen ich ganz allein mit Glasfluß versetzte und eine hohe schwarze Farbe, die aber noch etwas ins Bläuliche fiel, erhielt.

3. Durch einen reichlichern Zusatz von Glasfluß fiel die Glasur zwar leichtflüssiger und glänzender aus, es zeigte sich aber bald, daß die schwarze Eisenfarbe durch das Bleiglas zum Theil zerstört ward. Deshalb versuchte ich mehrere Gemenge mit einem geringeren Zusatz von Glasfluß, und erhielt aus 8 Theilen fein geriebenem Eisensafran (auf die im §. 9, 4. angeführte Methode bereitet), 2 Kobaltrohstein und 2 Glasfluß eine schöne schwarze Farbe, welche indeß ziemlich dick aufgetragen werden muß.

4. Acht Theile Eisenkrokus aus kalcinirtem Eisenfeilspan, 8 kalcinirter Eisenrost, 2 Kobaltrohstein und 1 Glasfluß gaben eine auch in den feinsten Strichen völlig schwarze tuschartige Farbe, welche eine starke Hitze aushielt, ohne sich zu verändern; sie blieb aber matt und wollte nicht glänzend werden, welches bei allen schwarzen Malereien auf Glasur der Fall zu seyn pflegt.

5. Unter allen Arten von Eisensafran scheint der kalcinirte Eisenrost zur schwarzen Glasur der beste zu seyn. Ein Gemenge von 3 Theilen dieses Safran, 2 Kobaltrohstein und 1 Glasfluß gab, auf Porcelan eingebrannt, eine in den feinsten Strichen völlig schwarze tuschartige Farbe. Die Hitze durfte indeß nicht sehr stark seyn, weil die feinen Striche sonst sogleich braun wurden.

6. Der weiter unten (§§. 185. 211, d. 226. 230, 7.) anzuführende Eisenkalk, den man erhält, wenn man das in phlogistisirte Salpetersäure (durch einen Zusatz

von Zucker) aufgelöste Eisen vermittelst des Perlsatzes niederschlägt, ist ein weißer Kalk, der mit etwas Urinerde, welche zugleich mit niederfällt, verbunden ist. Weil dieser Kalk äußerst leichtflüssig ist und schon für sich allein ein schwarzes Glas giebt, so versetzte ich ihn mit $\frac{1}{10}$ blauer Smalte und trug ihn auf Porcelan, wodurch ich eine schöne schwarze Farbe bekam, welche die Probirofenhitze eine Stunde lang ohne die geringste Veränderung aushielt. Das Brennbare im Eisen mußte also durch die phlogistisirte Salpetersäure weniger zerstört worden seyn und deshalb ein schwärzeres Glas geben. Die Zubereitung dieses Eisenkalkes ist aber sehr kostbar, und kann daher nur zu feinen Emaillirungen, die eine leicht- und dünnflüssige Farbe erfordern, gebraucht werden. Es ist merkwürdig, daß der mit einem Zusatz von Kalk und Gips geschmolzene und dann mit Eisensafran abgeriebene Kobaltrohstein, in einem gewissen Hitzgrade eine dunkle grünliche Farbe giebt, welche der sehr gleich kommt, die man aus dem Braunstein allein erhält.

7. In den Porcelanfabriken soll man sich zu den feinen Tuschmalereien, so wohl auf dem ächten Porcelan als auf der Fayence, eines Gemisches aus 40 stark gebranntem englischen Braunstein, 5 kalcinirtem Kobalt, 10 von dem vorhin erwähnten Glasfluß und 3 geschlämmtem Blutstein bedienen. Man vermengt diese Substanzen sehr genau, kalcinirt sie noch einmal mit einander, und reibt sie auf einem Malerstein mit Lein- und Nußöl zu einer der Buchdruckerschwärze ähnlichen Farbe zusammen. Wenn man auf Porcelan einen Kupferstich abdrucken und dann einbrennen will, so bestreicht man die Kupferplatte mit dieser Farbe, statt mit der gewöhnlichen Schwärze, und reibt das Papier, worauf der Abdruck geschehen soll, vorher recht gut mit venetianischer Seife ab. Dann feuchtet man den Abdruck an und legt ihn eben und dicht auf das schon mit

Email-

Emaillegrund versehene Porcelan, welches den frischen schwarzen Abdruck sogleich anzieht und das ganze Papier mit fest hält. Das mit dem Abdruck versehene Gefäß wird zum Einbrennen einer gelinden Hitze ausgesetzt, worauf sich die feinen Striche des Kupferstiches eben so sauber auf dem Porcelan einbrennen, als sie vorher auf dem Papier abgedruckt waren; man muß aber den Zeitpunkt, wann mit der Hitze eingehalten werden soll, genau wissen. — Je stärker der Braunstein im offnen Feuer kalcinirt ist, desto dunkler wird er und desto schwärzer fällt die Farbe aus. Deshalb soll man auch den Braunstein allein, bloß mit einem Zusatz von $\frac{1}{5}$ Smalte, mit Oel abgerieben, auf die eben angeführte Art zu Tuschmalereien anwenden; die Hitze soll aber nicht länger dauern dürfen, als zur Befestigung der Malerei auf der Glasur nöthig ist.

8. Um zu versuchen, ob der Braunstein allein, ohne einen Eisenzusatz, eine schwarze Farbe geben könne, nahm ich Braunstein, welcher in einer 11tägigen Stahlofenhitze (§. 59, 4. f.) zu einer grünen Farbe gebrannt und woraus das darin befindlich gewesene Eisen in kleine Schuppen reducirt war. Alle diese Schuppen wurden durch einen Magnet sehr sorgfältig ausgezogen, so daß der Braunstein für ziemlich eisenfrei gelten konnte. Gleiche Theile von diesem gereinigten Braunstein und dem vorhin genannten Glase gaben auf Biscuit zwar eine schwarze Farbe, allein auf der Glasur fiel die Farbe an den Stellen, wo der Anstrich dünne war, schwarzbraun und grünlich aus. Eben dieser Braunstein, mit einem anderen Fluß aus Salpeter, Borax und Kieselmehl gemischt, gab ein leichtflüssigeres Glas, welches auf der Glasur schön grünlich, auf dem Biscuit aber noch schwarzgrau ausfiel. Derselbe Braunstein, aus welchem das Eisen noch nicht ausgezogen war, gab mit demselben Fluß eine schwärzere Farbe auf Biscuit und eine schmutzigere grünliche Farbe auf der Glasur. Das

Eisen trägt also wirklich zur Entstehung der schwarzen Farbe, die durch salzartige Flüsse etwas erhöhet, durch Bleiglas aber etwas geschwächt wird, vieles bei, und von ganz eisenfreiem Braunstein dürfte man wohl kaum eine schwarze Farbe erwarten.

9. Durch das Kalciniren des weißen strahligen Roheisens von Daland, welches aus manganhaltigen Erzen erblasen war, erhielt ich, wie gewöhnlich, ein ganz schwarzes Pulver, welches 22 Procent am Gewicht zugenommen hatte. Ich kochte dieses schwarze Pulver in starkem Essig, um zu sehen, ob ich das Mangan nicht durch Auflösung abscheiden könne; der Rückstand war noch eben so schwarz und ward sehr stark vom Magnet gezogen. Er ward fein gerieben und mit Emailleglas aus 4 Theilen reinem Krystallglas, $2\frac{1}{2}$ Borax und 5 Salpeter behandelt, und gab sowohl auf gewöhnlicher Fayence als auch auf Biscuit eine schöne schwarze Farbe, die der besten Tusche gleich kam, obgleich sie etwas ins Graue oder Bläuliche spielte. Wahrscheinlich ist solcher Kalk von manganhaltigem Eisen der beste Grundstoff zur Tuschmalerei auf Emaille.

10. Ein anderer Krokus von demselben Roheisen blieb nach dem Auflösen in einer durch den Zusatz von Zucker phlogistisirten Salpetersäure und nach dem Abdampfen bis zur Trockniß, so wie nach dem Kalciniren völlig schwarz. Mit dem vorhin erwähnten Emailleglas versetzt, erhielt ich aber eine ungleichartige, theils schwarze, theils rothe und theils violette Farbe, wo der Anstrich sehr dick war, wodurch sich das Mangan sehr deutlich zu erkennen gab. Als ich das Eisen aus dieser Auflösung durch Soda niederschlug, gab der Kalk eine mehr grünlichgefärbte Emaille.

11. Weil bei allen Emaillefarben, die nach dem Verfahren der Töpfer mit Wasser gemengt und abgerieben werden, die Uebequemlichkeit statt findet, daß sich das feine Pulver zu Boden setzt und daher beständig umge-

umgerührt werden muß, so versuchte ich, eine etwas mehr ölartige Flüssigkeit anzuwenden. Ich nahm daher statt des Wassers Kieselfeuchtigkeit, aus 1 Glas und 4 Weinsteinsalz zusammengeschmolzen, welche nach dem Zerpulvern an der Luft eine klare Flüssigkeit gebildet hatte. Mit dieser Feuchtigkeit wurden gleiche Theile von dem vorhin erwähnten Glasfluß, Kobaltröhstein und geschlämmter Blutstein und ein halber Theil englischer Braunstein in einem Glasmörsel angerieben, und das Gemenge auf Biscuit aufgetragen, welches nach dem Einbrennen eine schöne schwarze Farbe erhielt. Weil auch die feinsten Striche diese schwarze Farbe zeigten, so scheint dies Gemenge bei feinen Emaillemalereien sehr anwendbar zu seyn. Die Kieselfeuchtigkeit ist auch bei allen Emaillemalereien in verschiedenen Farben ein weit zweckmäßigerer Zusatz als Wasser, oder als das gewöhnlich übliche Lavendelöl.

12. In einem holländischen Werk über die Glasmalerei findet man folgende Vorschrift zu einer schwarzen Farbe: Man soll 3 Theile kalcinirten Hammerschlag oder Schmiedesinter, 3 Kupferasche, 4 Saflor oder Smalte und 16 Bleiasche mit Gummiwasser gut zusammenreiben. Dies Gemenge gab auf Glas im Porcelanofen eingebrannt zwar eine schwarze Farbe, wenn man den Zeitpunkt des Herausnehmens des Glases, oder der Verminderung der Hitze genau wahrnahm, welches grade in dem Augenblick geschehen mußte, wenn das Glas weich zu werden anfing; in einer stärkeren Hitze besaß diese schwarze Farbe aber die Fehler der vorigen, indem sie ausbleichte und dann ein noch schlechteres Ansehen erhielt, als diese. Mit einer kleinen Abänderung, wenn nämlich 4 Blutstein, 2 Kupferasche, 2 Smalte und 5 Bleiasche oder Mennige genommen werden, fällt die Farbe noch schwärzer aus. Bei der Fensterglasmalerei, die vormals sehr gebräuchlich war, geschieht das Einbrennen der Farben auf folgende Weise: Man

legt

legt die bemalten Glasscheiben schichtenweise mit gebrannten Austerschaalen in einen eisernen Kessel, bringt sie so verpackt in einen Ofen und läßt sie behutsam glühen. Diese Bedeckung mit Kalk verhindert, daß die Farben nicht so schnell erbleichen, als im offnen Feuer; man muß aber den Zeitpunkt, wenn das Glas weich zu werden anfängt, sehr genau durch eine Probescheibe wahrnehmen, den Feuersgrad augenblicklich vermindern und den Einsatz nach und nach abkühlen lassen, oder in einen Kühlofen bringen *). Wer mit den Emaillefarben bekannt ist, für den hat die Glasmalerei nichts Schwieriges, sie kommt jetzt indeß sehr außer Gebrauch, weil sie nur wenig Anwendung gestattet.

Andere Arten von Krokus, besonders der Colcotar vitrioli, gaben mir fast dieselben Resultate, so daß man zu den weniger feinen Arbeiten den Schmiedesinter, oder den gewöhnlichen Glühspan, mit demselben Erfolg als einen sorgfältig zubereiteten Krokus anwenden kann. Der Glühspan muß nur vorher stark kalcinirt werden, weil er sonst, wie der Braunstein, beim Schmelzen aufschäumt. Am schwierigsten ist es, eine schwarze Farbe für Ofenkacheln zu erhalten, weil zu der weißen Farbe derselben gewöhnlich Weißblei angewendet wird. Dieses Weißblei besteht aus 4 Theilen Blei und 1 Zinn, welche zu Asche kalcinirt und dann zu Glas geschmolzen werden; beide Kalke, besonders der Zinnkalk, wirken aber nach meinen Erfahrungen sehr zerstörend auf die schwarzen Emaillefarben. Einen Beweis kann die schon

*) Hr. Brogniart (Director der Porcelanmanufaktur zu Sevres) schlägt statt der Austerschaalen, oder des Gypses, dessen man sich bei der Glasmalerey gewöhnlich als Hülle bedient, sehr ebene und glatte Fliesen von verglühtem Porzelan oder Thon vor, zwischen denen die Scheiben gelegt werden sollen (Essai sur les couleurs obtenues des oxydes metalliques, et fixées par la fusion sur les differens corps vitreux. Journ. des Mines No 67. S. 58-81. Uebersetzt und mit Anm. begleitet vom Hrn. Frick, Arkanisten bei der Porzelanmanufaktur zu Berlin, im 47sten Heft des Magazins aller neuen Erfindungen)

angeführte Erfahrung abgeben, daß der in einem verschlossenen Tiegel bis zur grasgrünen Farbe gebrannte Braunstein mit Glasfluß sowohl auf gewöhnlichem Pfeifenthon als auf Biscuit eine schwarze Farbe gab, wogegen die schwarze Farbe auf dem weißen Grunde der Ofenkacheln schwarzbraun ausfiel. Als ich statt des Bleiglases etwas Salpeter und Borax zum Fluß anwendete, blieb die Farbe ebenfalls schwarz, auf Biscuit ward sie grau und auf dem weißen Grunde der Ofenkacheln schön grün.

Unter allen Gemengen fand ich vorzüglich No. 4. sehr anwendbar zur schwarzen Malerei auf dem weißen Kachelgrund, weil die Farbe sogar im Töpferofen aushielt, worin viele Emaillefarben, die eine schnellere aber gelindere Hitze, um gut zu bleiben, erfordern, verdarben. Daß dieses Gemenge von 16 Theilen Eisenkalk zu 1 Theil Glasfluß, eine anhaltendere Hitze als andere, ohne Nachtheil der Farbe aushielt, rührt wohl von dem großen Verhältniß des Eisenkalkes zum Glasfluß her, weshalb die Zeichnungen auch matt und trocken und nicht glänzend ausfallen. Setzt man so viel Fluß, besonders Bleiglas zu, daß die Farbe dünn fließt und glänzt, so muß man erwarten, daß die schwarze Eisenfarbe erst braun, dann olivenfarbig wird und endlich verschwindet, oder nur dann sichtbar bleibt, wenn feuerbeständigere Farben von Braunstein oder Kobalt beigemengt sind. Es ist also eine Hauptregel, daß man den schwarzen Emaillefarben aus Eisen nicht mehr Glaßfluß zusetzt, als zu ihrer Befestigung durchaus nothwendig ist. Ueber die schönste schwarze Farbe zu feiner Emaille lese man meine Abhandlung von einer grünen Farbe aus Kobalt in den Abh. der Schwed. Akad. für 1781. In Weber's chemischem Magazin für Aerzte, Chemiker und Künstler (Berlin 1780) B. II. St. 8. findet man mehrere Vorschriften zu schwarzen und anderen Schmelzfarben, worauf ich die Leser verweisen muß.

§. 184.

§. 184. Von der schwarzen Eisenschlacke.

Bekanntlich zeigt sich das Eisen in den ersten Glüh- und Schmelzgraden mit einer schwarzen Farbe, welche in einer stärkeren Hitze nach und nach wieder verschwindet. Alle Eisenerze und eisenhaltige Fossilien geben beim ersten Schmelzen eine schwarze Schlacke. Im Hohenofen kommen die Eisenerze etwa in der Mitte des Ofens zuerst zum Schmelzen, und erscheinen dann als eine schwarze Schlacke *), die immer flüssiger wird und sich immer mehr und mehr in kleinere und hitzigere Tropfen zertheilt, je tiefer sie zwischen den Kohlen im Ofen niedergeht, weil die Hitze immer zunimmt, bis sie endlich vor der Form den höchsten Grad erreicht. — Die beibrechenden Erdarten werden zu einem flüssigeren Glase umgewandelt, und vereinigen sich immer näher, so daß der Eisengehalt durch das Brennbare der Kohle reducirt, oder metallisch dargestellt werden kann. Die feinen Eisenkörnchen ziehen sich zu größeren Tropfen zusammen, welche sich von der Schlacke theils durch ihre eigenthümliche Beschaffenheit, theils durch ihr größeres specifisches Gewicht absondern, dann niedersinken und sich unter der glasartigen Schlacke sammeln, die nach den Gesetzen der Schwere oben fließen und dem geschmolzenen Eisen zur Decke und zum Schutz gegen die Einwirkung der Luft und des Gebläses dienen muß. — Wenn mehr Erz aufgegeben ist, als die Hitze des Ofens bezwingen kann, oder wenn der Wind nicht durchgreift, oder wenn die Form nicht gehörig gerichtet ist u. s. f., so geht das Erz ungeschieden und mit schwarzer Farbe nieder, welches eine schlechte Anzeige für den Hüttenmann ist. Dies geschieht auch beim Verschmelzen roher schwefelhaltiger Erze, oder solcher Erze, die Vitriolsäure, oder eine andere Säure enthalten, weil diese Sub-

*) Dies geschieht erst in dem Augenblick, wenn die Beschickung ins Gestell rückt; sonst wäre die Hitze des Ofens zu groß, und es würde alles verschlackt werden.

Substanzen das Eisen in der stärksten Hitze aufgelöst halten, wenn man sie nicht durch ein vorhergehendes Rösten, oder durch ein langsames und schwaches Glühen unter Zutritt der Luft wegzubringen sucht. — In niedrigern Oefen, z. B. beim Kupferschmelzen, wo die Hitze nicht so stark ist und die Form nicht offen und rein erhalten wird, und wo sich viel Schwefel in der Beschickung befindet, verwandelt sich alles Eisen zu einer schwarzen leicht- und dünnflüssigen Schlacke, welche man absichtlich hervorzubringen sucht, damit das Kupfer so viel als möglich bloß mit dem Schwefel verbunden bleibt, und eine abgesonderte Masse, nämlich den Rohstein, bilden kann. Was der Kupferhüttenmann absichtlich hervorzubringen bemüht ist, — die schwarze Schlacke — das muß der Eisenhüttenmann sorgfältig vermeiden. Je heller und weißer die Hohenofenschlacke ist, desto mehr kann man von der guten Hitze im Ofen und von der reinen Scheidung des Eisens von der Schlacke überzeugt seyn.

§. 185. Vom schwarzen Thongeschirr.

Durch die Beimengung von Eisenschlacke, Rost oder Krokus zum Thon, lassen sich auch schwarze Thongeschirre darstellen, nur muß das Brennen in verschlossenen Gefäßen und in einer so starken Hitze geschehen, daß sich die Eisenschlacke zu verglasen anfängt. Mit unserm gewöhnlichen leichtflüssigen Thon oder Lehm hat es mir aber nicht gelingen wollen, weil derselbe im offnen Feuer, mit allen möglichen Beimengungen von Eisen behandelt, immer eine ziegelrothe Farbe behielt War die Hitze so sehr verstärkt, daß die Gefäße anfingen schwarz zu werden, so gingen sie auch schon in Schmelzung über, welches sich wohl erwarten ließ, weil die Beimengung des Eisens in einem gewissen Verhältniß auch den feuerbeständigen Thon in Fluß bringen kann. Folgende

gende Versuche, die ich mit feuerbeständigem Thon angestellt habe, verdienen hier aufgeführt zu werden:

1. Gleiche Theile cölnischer Pfeifenthon und fein zerpulverte Hammerschlacke wurden zu einem kleinen Gefäß zusammengeknetet, welches im offnen Feuer zwischen Kohlen geglühet, auswendig roth, inwendig aber ganz schwarz ausfiel. In einer stärkeren Hitze schmolz es zu einer schwarzen glänzenden Schlacke.

2. Vier Theile cölnischer Thon, 3 Streusand und 1 Schmiedesinter verhielten sich fast eben so. Das daraus gearbeitete Gefäß schmolz in einem starken Feuer zu einer schwarzbraunen, schaumigen, harten Schlacke.

3. Gleiche Theile gebrannter und ungebrannter cölnischer Thon und eben so viel alaun- und vitriolhaltige Erde, die sich auf den Alaunhütten unter dem Namen Schmand im Kühlfaß zu Boden setzt, bekamen in einer mäßigen Hitze eine ziegelrothe Farbe, in einer stärkeren Hitze ward die Masse durch und durch schön schwarz, fing aber in einer noch stärkeren Hitze zu schmelzen an. Vom Magnet ward sie etwas angezogen.

4. Gleiche Theile gebrannter und ungebrannter cölnischer Thon und $\frac{1}{4}$ Braunstein von Lexand, schmolzen in einer starken Hitze zu einer schwarzen schaumigen Schlacke.

5. Gebrannter und ungebrannter cölnischer Thon und eben so viel Galmey gaben in einer mittelmäßigen Hitze eine weiße etwas gelbliche Masse, die in einer stärkeren Hitze zu einer gelbbraunen Schlacke schmolz, von welcher einige Stücken stark vom Magnet gezogen wurden. Es ist merkwürdig, daß sich das Eisen im Galmey nicht mit seiner schwarzen Farbe zeigen konnte.

6. Ungebrannter cölnischer Thon und eben so viel Eisensafran (durch starkes Kalciniren bis zur röthlichen Farbe aus Eisenfeilspänen bereitet) wurden zu einem kleinen Gefäß geformt, welches in einer gelinden Glühhitze eine aschgraue, etwas bläuliche und ins violette fallende

Farbe

Farbe erhielt. In einer stärkeren Hitze fing es an schwärzer zu werden, ohne zu schmelzen, und bei einem Ueberzug von einer Bleiglasglasur ward die Farbe gelblichbraun. Kleine Stücken wurden jetzt stark vom Magnet gezogen. In einer sehr starken Hitze der Wirkung des Gebläses 10 Minuten lang ausgesetzt (wobei sich ein Scherben aus reinem cölnischen Thon zu verglasen anfing), war an der Masse noch keine Spur von Schmelzung sichtbar, sondern sie hatte durch und durch eine schwarze Farbe angenommen. Bei einem Ueberzug von einer dünnen Glasur aus 3 Glätte und 1 Kieselmehl ward die Masse nach dem Brennen noch schwärzer und glänzender, und kam dem schwarzen englischen Porcelan zu Theekannen u. s. f. ungemein nahe. Das feine Pulver davon ward nicht vom Magnet gezogen.

7. Eben so verhielt sich ein Gemenge aus 2 cölnischem Thon mit 1 violettem (im Flammenfeuer aus Roheisen kalcinirtem) Eisensafran. In einer starken Hitze ward das aus dieser Masse bereitete Gefäß äußerlich roth, inwendig war es aber schwarz und hielt die Hitze vor dem Gebläse 14 Minuten lang aus, obgleich es in der stärksten Windofenhitze in 25 Minuten zu einer schwarzen Schlacke schmolz, wobei ein hessischer Tiegel indeß ebenfalls zu schmelzen anfing.

8. Ein Gefäß aus gleichen Theilen von demselben Thon mit Småländischen Wiesenerzen bekam äußerlich und inwendig in einer starken Hitze eine schwarze Farbe, und schmolz weder vor dem Gebläse in einem Zeitraum von $\frac{1}{4}$ Stunde, noch in einem Windofen, worin es $\frac{1}{2}$ Stunde lang gestanden hatte. Durch einen stärkeren Zug schmolz es endlich nach einer vollen Stunde zu einer schwarzen Schlacke, obgleich es länger als 7 widerstand. Da die Wiesenerze leicht zu erhalten sind, so können sie mit gutem Thon ein brauchbares Gemenge zu schwarzem Thongeschirr abgeben.

Die

Die schwarze und die schwarzbraune Farbe sind zwar eben keine Schönheit für Thongeschirre; weil der Zusatz von eisenhaltigen Substanzen den Gefäßen aber mehr Festigkeit giebt, so daß sie nicht so leicht von allen Feuchtigkeiten durchdrungen werden, auch stärkere Stöße beim unvorsichtigen Gebrauch und eine stärkere Hitze beim Kochen, wenn sie dazu angewendet werden sollen, aushalten können; so verdient der Gegenstand allerdings eine nähere Untersuchung. Nach Jars soll in England, vorzüglich in Northumberland, außer mehreren anderen Zeugen auch eine Art von braunem Porcelan angefertigt werden, welches man besonders zu den bekannten braunen Theekannen anwendet, die man, ohne das Springen befürchten zu dürfen, unmittelbar auf Kohlenfeuer setzen und Wasser darin kochen kann. Man soll dazu einen braunen, von Natur eisenhaltigen und zugleich feuerbeständigen Thon anwenden, den man mit dem sechzigsten Theil ganz fein gemahlenem Braunstein sehr genau und innig dadurch verbindet, daß man den Thon mit Wasser zu einem dünnen Brei macht. Der Thon ist zugleich von Natur sehr sandig, so daß er keines Zusatzes von Kieselmehl bedarf, der sonst zu allen anderen englischen irdenen Geschirren nothwendig ist. Weil der Braunstein in der starken Brennhitze leichtflüssiger ist als der Thon, so soll er eigentlich die Verbindung der sandigen und lockeren Thontheilchen befördern helfen. Diese Geräthe werden auch zum Theil mit einer schwarzen Glasur überzogen, welche ebenfalls Braunstein enthält, wodurch sie einen schönen Glanz bekommt. Es giebt in England große Fabriken für Waaren aus solchem schwarzen Thon, woraus allerlei Zierrathen, Brustbilder, Münzabdrücke, Petschafte, Schreibezeuge und mehrere Sachen von großer Sauberkeit, und so hart wie Kieselstein angefertigt werden *).

Aus

* Wer kennt nicht die schönen englischen Thongeschirre, welche nach

Aus den angeführten Versuchen über die Bereitung der schwarzen Thongeschirre geht hervor:

a. Daß man in Ermangelung eines von Natur hinlänglich eisenhaltigen Thons, zwar Eisenkalke zusetzen kann, daß aber der Thon selbst feuerbeständig seyn muß.

b. Daß der feuerfeste Thon durch einen starken Zusatz von Eisenkalk nicht so bald leichtflüssig wird, wenn der Kalk nur durch einen starken Hitzgrad, oder durch vorhergegangenes Rösten und Brennen möglichst vom Brennbaren befreit worden ist.

c. Daß der Eisenkalk erst in der Schmelzhitze mit einer schwarzen Farbe zum Vorschein kommt.

d. Daß die irdenen Geschirre nicht unmittelbar mit Kohleuer oder mit der Flamme in Berührung kommen, sondern im verschlossenen Feuer gebrannt werden müssen, wenn sie eine schwarze Farbe behalten sollen.

§. 186. Von der schwarzen Eisenfarbe in den Färbereien.

Wir haben eben die schwarzen Farben abgehandelt, welche das Eisen auf dem trockenen Wege oder durch das Schmelzen mittheilt; es muß daher jetzt die Untersuchung über die schwarzen Farben folgen, welche auf dem nassen Wege, oder in den Färbereien auf mehreren Stoffen, nämlich auf Papier, Wolle, Seide, Leinen, Holz, Knochen und Horn durch Eisen, vermittelst des Bestreichens, Kochens und Beizens hervorgebracht werden. Sobald man die Erfahrung gemacht hatte, daß durch

nach ihrem berühmten Erfinder, Wedgwood, den Namen erhalten haben. Es scheint in der Natur des englischen Thons zu liegen, daß man diese Gefäße, in der vollendeten Schönheit der englischen, in anderen Ländern nicht darstellen kann, denn durch die künstlichen Gemische aus Thon und Eisenoxyden hat man bis jetzt die Vollkommenheit der englischen Masse noch nicht erreichen können. (Vergl. die Notiz in Gehlen's Neuem Journ. d. Chemie B. III. S. 103 f.)

durch das Zusammengießen einer vollkommen gesättigten Auflösung des Eisens in irgend einer Säure, mit einem Aufguß oder Dekokt von adstringirenden Pflanzen (welche sich durch ihren zusammenziehenden Geschmack zu erkennen geben) eine mehr oder weniger dunkle, schwarze, blaue oder bräunliche Farbe entsteht, war die Anwendung dieser Erfahrung auf die Färbereien sehr leicht, und es kam nur darauf an, die zweckmäßigste Auflösung und die beste adstringirende Substanz auszumitteln. Man fand, daß der bekannte grüne Eisenvitriol, nämlich die krystallinische Verbindung des Eisens mit Vitriolsäure, die besten Dienste leistete, obgleich sich die Auflösung des Eisens in vegetabilischen Säuren, nämlich in Essig, zuweilen noch wirksamer verhielt. Von den Adstringentien zur Hervorbringung der schwarzen Farbe lernte man bald mehrere kennen, z. B. Galläpfel, Eichenrinde, Eichenholz, Erlenkätzchen, grüne Wallnußschaalen, Granatäpfelschaalen, Smak u. s. f. Die Galläpfel scheinen unter allen diesen Mitteln die wirksamsten zu seyn, vorzüglich die levantischen, kleinen, schwarzblauen, harten von Aleppo, die man für dreimal so wirksam hält, als die gewöhnlichen weißen und lockeren Galläpfel. Wenn man ein reines Glas mit Galläpfelpulver ausreibt, das Pulver dann ausschüttet und Wasser hineingießt, so wird dieses sogleich blau oder violett gefärbt, wenn sich nur ein Tropfen Vitriol oder aufgelöstes Eisen darin befindet. Lewis bemerkt in seiner Abhandlung von der schwarzen Farbe, daß ein einziger Tropfen Galläpfelaufguß in einer mit vielem Wasser verdünnten Vitriolauflösung, sogleich eine blaue oder eine purpurfarbene Wolke hervorbringt, je nachdem das Wasser mehr oder weniger rein war. In völlig reinem destillirtem Wasser, im reinsten Regenwasser und im Essig, der mit reinem Wasser verdünnt ist, bleibt die Farbe immer blau; so bald das Wasser aber im geringsten alkalisch oder kalkhaltig ist, wird es sogleich

vio-

violett oder purpurfarben, wenn nur wenig von dem Aufguß zugetröpfelt wird. Sind aber der Galläpfelaufguß und die Vitriolauflösung nicht sehr verdünnt, und werden sie in ziemlicher Quantität zusammengegossen, so entsteht sogleich eine schwarze Farbe, ohne daß man die kleinen Farbenveränderungen deutlich bemerken kann; sobald die Flüssigkeit mit vielem Wasser verdünnt wird, stellt sich die blaue oder die Purpurfarbe sogleich wieder her. Wenn man eine solche verdünnte Flüssigkeit ruhig hinstellt, so senkt sich die schwarze Farbe nach und nach, und zwar im offnen Gefäß schneller als im verschloßnen, als ein Pulver zu Boden. Trocknet man dieses schwarze Pulver, so behält es die schwarze Farbe lange Zeit an der Luft. In der Rothglühhitze glimmt es, ohne jedoch mit Flammen zu brennen, und verwandelt sich dabei in ein rostfarbenes Pulver, welches stark vom Magnet gezogen wird, obgleich derselbe auf den schwarzen Niederschlag gar keine Wirkung äußerte. Das Vitriolöl löst beim Digeriren den größten Theil von diesem schwarzen Pulver auf und läßt nur einen weißen Rückstand zurück. Fixes Alkali löste nur sehr wenig auf. Eine Galläpfeltinktur mit Alkali gab mit der Vitriolauflösung eine schwarzbraune Farbe.

Hieraus folgt, daß das schwarze Pulver aus feinen Eisentheilchen besteht, welche das eigenthümliche Oelartige der Adstringentien an sich gezogen haben, wodurch sie gegen die Einwirkungen der Luft geschützt werden, weil sie sonst bald in Rost verwandelt werden würden. Auf ähnliche Art entsteht auch der schwarze Eisenmohr durch die bloße Einwirkung des Wassers (§. 181.). Es scheint also, daß diese schwarze Eisenfarbe in ihren Eigenschaften und in ihrer Entstehung ganz mit dem Berlinerblau übereinstimmt, worin das Eisen mit dem feinen Oelartigen der Blutlauge verbunden ist, wodurch es gegen die Einwirkungen der Säuren geschützt wird. In den frischen adstringirenden Pflanzensäften löst sich

das

das reine Eisen ebenfalls zum Theil auf und bewirkt eine schwarze oder eine röthliche Purpurfarbe. Wenn man z. B. frische Eicheln mit einem reinen Messer durchschneidet, so wird die Klinge schwarz gefärbt. Sollte dies nicht darauf hindeuten, daß das Eisen eine eigenthümliche Säure enthält, die sich mit dem adstringirenden Bestandtheil der Pflanzen verbindet und mit demselben eine schwarze Farbe macht? Noch wahrscheinlicher ist es, daß sich beide Bestandtheile in solchen Pflanzensäften befinden *).

§. 187. Von der schwarzen Schreibetinte.

Es ist eine bekannte Sache, daß das *Eisen den* Hauptbestandtheil der schwarzen Farbe auf *Seide*, *Wolle* und Leinen ausmacht. Daß dies auch beim Schwärzen des Papiers der Fall ist, beweist die Erfahrung, daß man ohne Zusatz von grünem Eisenvitriol die bekannte schwarze Schreibetinte nicht hervorbringen kann, weshalb ich mich nicht erst auf Caneparius ausführliches und gründ-

*) Hier darf ich nur darauf hindeuten, daß die mehrsten so genannten adstringirenden Pflanzen Gallussäure und Gerbestoff (Tannin) enthalten, und daß beide Substanzen sich mit den Eisenoxyden verbinden. Da der Gerbestoff den Leim, oder die thierische Gallerte, als ein unauflösliches Pulver niederschlägt, die Gallussäure aber nicht, so giebt dies, außer mehreren anderen, ein Mittel ab, beide Substanzen zu trennen (Scherer's Journ. B. VII. S. 472-487. 599.). Der Gerbestoff bewirkt in der Auflösung des schwefelsauren Eisens keine Veränderung, wohl aber in der des schwefelsauren Eisenoxyds, indem sogleich ein dunkelblauer Niederschlag entsteht, welcher in Schwefelsäure auflöslich ist, durch Sättigung der Säure aber wiedererhalten wird. Wahrscheinlich entzieht der Gerbestoff dem Eisenoxyd etwas Sauerstoff, weil das schwefelsaure Eisenoxyd dadurch in schwefelsaures Eisen umgeändert wird. — Auch die Gallussäure macht mit allen Eisenoxydulsalzen durchaus keinen Niederschlag, weil das gallussaure Oxydul sehr auflöslich im Wasser und farbenlos ist. Aus Eisenoxydsalzen schlägt sich dagegen sogleich das schwarze gallussaure Eisenoxyd nieder, aber so zart vertheilt, daß es lange schwebend erhalten werden kann. Das gallussaure Eisenoxyd ist in Säuren auflöslich, ohne zersetzt zu werden, verliert aber in sehr starken Säuren seine Farbe, die durch Alkalien wieder zum Vorschein kommt.

gründliches Werk: de atramentis cujuscunque generis, beziehen darf. Ich will zwar zugeben, daß man eine ziemlich gute schwarze Tinte ohne Eisen, z. B. aus dem blauen Brasilienholzdekokt mit einem Zusatz von starker Pottaschenauflösung, darstellen kann; allein die schwarze Farbe vom Eisen hat doch einen großen Vorzug. Wie man aus dem Eisen allein, ohne allen Zusatz, die schwärzeste Tinte oder Tusche zum Mahlen auf Papier erhalten kann, habe ich schon oben (§. 183, 7.) erwähnt. Das Eisen muß nämlich durch die Wirkung des Feuers und durch Reiben aufs feinste zertheilt werden, ohne das Brennbare völlig zu verlieren, und das Niedersinken der feinen Theilchen im Wasser muß man durch einen Zusatz von klebrigen Substanzen, z. B. von Hausenblase, Gummi oder Zucker, verhindern.

Mit der Zubereitung der Tinte hat es fast dieselbe Bewandniß. Sie besteht aus Eisenvitriol, Galläpfel und Gummi. Der in Wasser aufgelöste Eisenvitriol hat die Eigenschaft, daß er das in Vitriolsäure aufgelöste Eisen, in dem Verhältniß als die flüchtige Säure und die Flüssigkeit verdampfen, oder richtiger in dem Grade, als die Luft dem aufgelösten Eisen das Phlogiston entzieht, wodurch es in der Vitriolsäure, welche es fast in metallischer Form enthält, nicht mehr aufgelöst bleiben kann, als einen gelben Ocker fallen läßt. Bei einem Zusatz von adstringirenden Pflanzensäften, besonders von Galläpfeln, ziehen die Eisentheilchen sogleich die feinen, ölartigen und brennbaren, durch den Pflanzensaft im Wasser auflöslich erhaltenen Bestandtheile an, und bilden damit zuerst eine hellblaue, dann eine dunkelblaue Farbe, die sich nach und nach immer mehr verdunkelt und zuletzt schwarz wird, welches man bei einiger Aufmerksamkeit bei der Zubereitung der Tinte deutlich bemerken kann. Wenn man ein solches Gemisch von Eisenvitriol und Galläpfeln, mit vielem Wasser verdünnt, einige Zeit lang ganz ruhig stehen läßt, so setzt sich das

Eiſen mit den Galläpfeltheilchen als eine ſchwarze Farbe oder als eine Art von Eiſenmohr zu Boden, der durch Kalciniren, wobei das Brennbare verflüchtiget wird, zuerſt eine Roſtfarbe und dann eine rothe Farbe erhält. Um die ſchwarze Farbe ohne beſtändiges Umrühren immer ſchwimmend zu erhalten, muß man alſo eine ſchleimige oder klebrige Subſtanz zuſetzen, wodurch das Waſſer ſo dick wird, daß der ſchwarze, feine und leichte Eiſenkalk nicht niederfallen kann. Die Chineſen wenden eine Art von Hauſenblaſe oder Fiſchleim an, um das Niederſinken des in ihrer Tuſche befindlichen Lampenrußes zu verhindern, und die Befeſtigung auf dem Papier zu befördern. Deshalb wird die Auflöſung der Tuſche im Waſſer durch langes Stehen in der Wärme auch leicht faulig und ſtinkend. Der Zuſatz von Gummi zur Tinte leiſtet daſſelbe, ohne jene Unannehmlichkeit zu beſitzen.

Je mehr das Eiſen vorwaltet, oder je größer das Verhältniß des Eiſenvitriols zu den Galläpfeln iſt, deſto ſchwärzer iſt die Tinte anfänglich, deſto ſchneller verflüchtiget ſich aber auch der flüchtig harzige Beſtandtheil der Galläpfel und läßt den Eiſenocker auf dem Papier mit einer braunen, dann mit einer gelben und endlich mit einer ſo hellen Farbe zurück, daß die Schrift zuletzt nicht mehr auf dem Papier zu erkennen iſt. Je mehr Galläpfel dagegen zugeſetzt werden, deſto bleicher ſcheint die Tinte anfänglich, deſto beſtändiger iſt ſie aber. Man muß daher ein ſolches Verhältniß der Galläpfel zum Vitriol wählen, daß die Tinte anfänglich gehörig ſchwarz iſt, und daß ſie die ſchwarze Farbe auch möglichſt lange behält; außerdem muß aber auch eine gehörige Menge Waſſer genommen werden, denn zu viel Waſſer würde die Tinte bleich, zu wenig würde ſie dick machen. 3 Loth Galläpfel, 1 Loth Vitriol und 40 Loth Waſſer geben eine gute dauerhafte Schreibetinte; nimmt man nur 10 Loth Waſſer, ſo wird die Tinte dauerhafter und unveränderlicher.

licher. — Daß man außer dem Wasser auch Essig anwendet, hat seinen guten Grund, weil die öhlartige Säure des Essigs die Rostfarbe des Eisens wegnimmt und die Galläpfel stärker extrahirt. Der Zusatz von Branntwein, um die Tinte gegen das Verschimmeln zu bewahren, ist keinesweges zuträglich, weil sich der Vitriol im Spiritus nicht auflöst, weshalb die schwarze Farbe bei einem Zusatz von starkem Spiritus ins Violette fällt; außerdem schlägt solche Tinte leicht durch und verbleicht auch mit der Zeit. — Der Zusatz von Gummi hält nicht allein den schwarzen Eisenkalk schwimmend, sondern er verhindert auch das Durchschlagen der Tinte und erhält sie am längsten schwarz und frei von Rostfarbe, weil die Verdampfung durch die Klebrigkeit zurückgehalten wird. Man muß daher so viel Gummi nehmen, als man kann, ohne das Fließen der Tinte aus der Feder zu hindern. Die Tinte erhält dadurch auch zugleich denselben Glanz, als durch einen Zusatz von Zucker, der in vielen Fällen nachtheilig ist *).

Lewis giebt in seiner Abhandlung von der schwarzen Farbe folgende auf 15jährige Versuche begründete Vorschrift zur Bereitung einer möglichst lange schwarz bleibenden Tinte: Man nimmt eine Unze grünen Vitriol, 1 Unze blaues Brasilienholz und 3 Unzen Galläpfel von Aleppo. Die Galläpfel und das Brasilienholz werden fein zerpulvert und durch gelindes Kochen mit etwas Wein-

*) Die Tinte ist eine Verbindung des gallussauren Eisenoxyds mit Eisentannin. Deshalb erhält man schon durch bloßes Digeriren einer Galläpfelinfusion mit Eisen oder Eisenoxyden eine schwarze Auflösung, die, mit Gummi vermischt, zwar eine gute, aber nicht so schwarze Tinte giebt, als die aus Eisenvitriol. Da man die Tinte gewöhnlich aus käuflichem Vitriol macht, der aus Eisenoxyd- und Oxydulsalzen besteht, so erhält man eine schwarze und eine ungefärbte Verbindung, welche letztere mit der Zeit an der Luft schwarz wird, woraus sich das Nachschwärzen der Tinte erklärt. Eisen und einige andere Metalle ziehen, wenn sie in die Tinte gelegt werden, die tintigen Theile an, weshalb die Tinte in metallenen Gefäßen immer schlecht wird.

Weineſſig digerirt, worauf dem Extrakt der Vitriol und ſo viel warmes Waſſer zugeſetzt werden, daß die Flüſſigkeit zuſammen höchſtens ein halbes Maaß beträgt. Der Vitriol muß friſch, grün und nicht roſtfarbig ſeyn, und zu jedem Quart Waſſer muß etwa eine Unze Gummi genommen werden. In den erſten 8 Tagen wird die Tinte oft umgeſchüttelt und nicht zu ſorgfältig verſtopft, weil der Zutritt der Luft die ſchwarze Farbe erhöhet *). Durch den Zuſatz von einem Stück reinem Eiſen und von etwas zerſtoßenen Galläpfeln ſoll ſich die ſchwarze Farbe noch beſſer erhalten. Den Vorſchlag: bei der Bereitung des Papiers einen Galläpfelaufguß anzuwenden, muß ich noch mit anführen, weil die Erfahrung gelehrt hat, daß gewöhnliche Tinte auf ſolchem Papier viel ſchwärzer wird und dauerhafter bleibt, als auf anderem Papier. Das Papier wird dadurch zwar etwas gelblich, indeß muß man darauf nicht Rückſicht nehmen, wenn es auf die Dauerhaftigkeit der Schrift ankommt. Die Schreiberei mit einer Auflöſung von bloßem Eiſenvitriol in Waſſer oder in Eſſig auf Papier, welches mit fein zerpulverten Galläpfeln abgerieben wird, wodurch ſich die Schrift augenblicklich ſchwarz färbt, gewährt mehr Unterhaltung als wirklichen Nutzen.

Bekanntlich nehmen alle Säuren, Vitriolöl, Scheidewaſſer, Salzſäure, Citronenſaft und vorzüglich das Sauerkleeſalz, die ſchwarze Farbe der Tinte ſogleich weg, weil ſie den ſchwarzen brennbaren Beſtandtheil der Gall-

äpfel

*) An Tintenrecepten fehlt es zwar nicht; eine vorzüglich gute Tinte erhält man aber, wenn man Lewis ſehr gute Vorſchrift dahin abändert, daß man 1 Unze geraſpeltes Braſilienholz mit 2 Unzen gepulvertem arabiſchen Gummi in 2 Quart reinem Waſſer bis zur Hälfte einkocht, das Dekokt in ein glaſurtes Gefäß gießt und 3 Unzen gepulverte Galläpfel und 1 Drachmen gepulverte Gewürznelken (um das Schimmeln der Tinte zu verhindern) zuſetzt. Wenn die Flüſſigkeit faſt erkaltet iſt, ſchüttet man eine Unze grünen Vitriol hinein und rührt einigemal um. Nach einigen Tagen gießt man die Flüſſigkeit von dem Bodenſatz ab, und hebt ſie in einer gläſernen gut zugekorkten Flaſche an einem finſteren Ort auf.

äpfel auflösen. Wenn diese Säuren aber mit Eisen gesättiget sind, so geben die Auflösungen mit einem Zusatz von Galläpfeln ebenfalls schwarze Tinten. Mit einer vollkommen gesättigten Auflösung des Eisens in Salzsäure erhielt ich durch einen Zusatz von einer starken Galläpfelinfusion in Essig eine bläulich schwarze Tinte, die zwar zum Beizen gebraucht werden kann, sich aber auf Papier mit der Zeit bräunlich färbte und leicht durchschlug. Die Auflösungen in Pflanzensäuren geben ebenfalls nicht so schöne schwarze Tinten, als reiner Vitriol. Tinte, die durch Mineralsäure entfärbt worden ist, erhält ihre schwarze Farbe durch alkalische Salze, z. B. durch eine Pottaschenauflösung, oder durch geflossenes Weinsteinsalz, sogleich wieder, nur muß das Brennbare durch die Säure nicht völlig zerstört worden seyn.

§. 188. Von der schwarzen Eisenfarbe auf Wolle und auf anderen Zeugen.

I. Auf Wolle.

Weil das Eisen die Grundlage der schwarzen Farbe in den Färbereien so wohl als auf dem Papier ist, so kann ich die Anwendung desselben zum Färben nicht übergehen, obgleich ich in einer Kunst, die schon seit mehreren hundert Jahren geübt worden ist, nur die Erfahrungen Anderer benutzen kann. Lewis scheint diesen Gegenstand in seinem Werk: von den schwarzen Farben, am gründlichsten untersucht zu haben. Die Materialien zum Färben sind, wie bei der Tinte, Eisenvitriol und Galläpfel, indessen machen die Umstände doch kleine Abweichungen in der Behandlung nothwendig.

Die Auflösung des Eisens in Mineralsäure, oder der bekannte Eisenvitriol, steht in dem üblen Ruf, daß er die schwarzen wollenen Zeuge spröder mache, als andere Farben; Lewis fand aber durch viele Versuche, daß der Vitriol die wollenen Zeuge bei einem gehörigen

Ver-

Verhältniß zu den Galläpfeln, nämlich etwa bei gleichen Quantitäten, weder zerfresse noch spröde mache, und daß der Vorwurf eigentlich nur daher rühre, weil mehrentheils nur solche Zeuge zum Schwarzfärben genommen werden, die in anderen Farben mißrathen sind *). Die kaffeebraune Farbe erfordert einen stärkeren Zusatz von Vitriol, als die schwarze; zum Scharlach wendet man sogar ezendes Scheidewasser an, und von beiden Farben glaubt man dennoch nicht, daß sie die Zeuge mürbe fressen. Vitriol und Galläpfel und andere Adstringentive färben das weiße wollene Zeug nicht vollkommen schwarz, wenn es gleichzeitig damit gefärbt wird, sondern man muß es, nach Scheffer, zuerst ein Paar Stunden lang mit dem vierten Theil grünen Vitriol sieden, dann spühlen und eben so lange mit dem vierten Theil Galläpfel kochen, wodurch die Farbe ganz schwarz wird. Kocht man die Zeuge erst mit Galläpfel und dann mit Vitriol, so wird die Farbe bloß schmutzigbraun. Wenn man 100 Pfund Zeug mit 8 Pfund Weinstein und 16 Pfund grünem Vitriol zwei Stunden lang kocht, dann spühlt und eben so lange mit Mehlbeerstrauchbrühe (Arbutus uva ursi) kocht, so erhält es ebenfalls eine ziemlich schwarze Farbe.

Eine vollkommen gute schwarze Farbe kann man den wollenen Zeugen aber nur dann geben, wenn sie vorher blau gefärbt worden sind, und zwar je dunkler desto

*) Zum Schwarzfärben der wollenen Zeuge bedient man sich noch überall des grünen Vitriols, weil dieser am leichtesten zu erhalten und am wohlfeilsten ist. Für baumwollene und leinene Zeuge ist er aber nicht anwendbar, sondern man muß statt seiner essigsaures Eisenoxyd nehmen, welches in den mehrsten Färbereien unmittelbar aus Eisen und Essig- oder Holzsäure zusammengesetzt wird. Die Wolle hat nämlich eine stärkere Anziehung zu den Metalloxyden und Erden, als die Baumwolle, weshalb man auch die baumwollenen Zeuge mit essigsaurer Thonerde beizen muß, während die wollenen Zeuge nur eine gewöhnliche Alaunbeize erfordern. Dies erklärt sich sehr leicht dadurch, daß die Vitriolsäure die Oxyde und Erden stärker bindet, als die weit flüchtigere Essigsäure.

desto besser. Das beste und wohlfeilste Mittel zum Schwarzfärben hat Scheffer in seinen chemischen Vorlesungen im 4. Kapitel gegeben: „Man koche 100 Pfund mittelblau gefärbte Zeuge zwei Stunden lang mit 8 Pfund Weinstein und 16 Pfund grünem Vitriol. Den Weinstein bringe man zuerst ins Wasser, und setze nach dem Aufkochen den Vitriol zu, worauf man die zu färbenden Zeuge einlegt. Der Weinstein muß zuerst zugesetzt werden, um das Niederschlagen des Ockers zu verhindern; wollte man beide Salze zugleich eintragen, so würde sich der Vitriol zuerst auflösen und die Wirkung des Weinsteins verloren gehen. Alsdann spühle man die Zeuge so lange, bis sie keinen vitriolischen Geschmack mehr haben, und koche sie 2 Stunden lang in einer Brühe, die durch mehrstündiges Kochen aus Mehlbeerstrauch gezogen ist." Nach Bergman soll die schwarze Farbe noch schöner ausfallen, wenn man 100 Pfund blau gefärbtes Zeug mit 8 Pfund Weinstein, 16 Pfund Vitriol, 2 Pfund Spangrün und 10 Pfund Blauholz (das so genannte blaue oder braune Brasilienholz) gründet und dann mit einer Mehlbeerstrauchbrühe auskocht. Mehreres hiervon und von dem Schwarzfärben

II. auf Seide, Leinen, Baumwolle u. s. f.

muß man in den Schriften der angeführten Chemiker nachsehen *). v. Linné beschreibt in seiner Schonischen Reise das Verfahren, dessen sich die Schonischen Bauern zum Schwarzfärben bedienen.

III. Auf Leder.

Die Gerber oder die Corduanarbeiter nehmen zum Schwarzfärben des Leders alte verrostete Eisenabfälle, die sie dadurch noch mehr verrosten lassen, daß sie sie mit Was-

*) Vergl. Vogler über die Methode, der Leinewand und Baumwolle eine schöne, gesättigte und dauerhafte schwarze Farbe zu geben, im 2ten Bd. von Hermbstädt's Magazin für Färber.

Wasser begießen und mehrere Wochen lang unter öfterem Umrühren stehen lassen. Dieses mit verrosteten Eisentheilen angefüllte Wasser gießen sie alsdann in einen eisernen Grapen und kochen es einige Stunden lang mit so viel Mehlbeerstrauch, als sich nur untertauchen lassen will, wobei sie die Brühe häufig umrühren und sie dann auf die Haarseite des auf bekannte Art bereiteten Luftleders streichen. Je älter solcher Eisenextrakt ist, desto besser ist er; eigentlich muß er wenigstens ein Jahr alt seyn. Statt des Wassers kann man saures Bier, Biereßig, verdorbenes Getränk und wahrscheinlich auch andere saure Flüssigkeiten nehmen, weil sich das verrostete Eisen darin noch stärker auflöst. Oft wird die saure Brühe auch abgegossen und der Rost vom Eisen abgeschabt, worauf man dieselbe Brühe abermals benutzt.

Diese Art von Eisenauflösung ist auch beim Färben der Leinwand, des Holzes und der Baumwolle anwendbar. Wenn jene Stoffe dadurch zuerst gelb gefärbt worden sind, so werden sie auf die gewöhnliche Art mit einer starken Krappbrühe abgekocht, wodurch sie sogleich eine schwarze Farbe erhalten, die beim Waschen nicht ausgeht oder verbleicht, welches bei allen übrigen schwarzen Farben auf Leinwand und Baumwolle gewöhnlich der Fall ist. Leinwand, die in jener Eisenbrühe zuerst gebeizt worden ist, wird durch Abkochen mit einem Galläpfeldekokt in Essig zwar ebenfalls schwarz, allein die Farbe verschießt durch Waschen mit Seife und wird violett oder braun. Noch unbeständiger ist die schwarze Farbe, welche die Leinwand erhält, wenn man sie mit Galläpfeldekokt beizt und dann in Vitriol siedet.

IV. Auf Holz.

Alle Holzarten, vorzüglich Aepfel-, Birnbaum- und Erlenholz erhalten eine völlig gute schwarze Farbe, wenn man sie in der Wärme zuerst einigemal mit einem starken Dekokt von blauem Brasilien- oder Campecheholz, welches

ches mit etwas Alaun zubereitet ist, und dann 3 oder 4mal mit einem warmen Dekokt von Galläpfeln mit Essig oder saurem Bier anstreicht. Nach dem Trocknen bestreicht man das gebeizte Holz mehrere male, entweder mit einer Eisenauflösung, wie sie zum Färben des Leders und der Leinwand angewendet wird, oder mit einer völlig gesättigten Auflösung des Eisens in Essig, welche man entweder durch Kochen der Eisenfeilspäne, oder durch langes Stehen in der Wärme zubereitet. Wenn man das Holz 3 oder 4mal mit einem starken Galläpfeldekokt in Essig bestreicht, den Anstrich jedesmal über Feuer trocknen läßt, und dann eben so oft mit einer Auflösung des Eisens in Essig überzieht, so erhält das Holz ebenfalls eine schöne ziemlich beständige schwarze Farbe, welche aber nach meinen Erfahrungen auf hartem Holz dann am schönsten ausfällt, wenn man das mit Galläpfeldekokt gebeizte Holz, statt mit einer Eisenauflösung in Essig, mit einer vollkommen gesättigten Auflösung des vitriolischen Colcotar in Salzsäure bestreicht. Wenn die Auflösung aber nicht gesättiget ist, sondern durch ihren sauren Geschmack auf der Zunge das Vorwalten der Säure zu erkennen giebt, so nimmt sie alle Schwärze weg.

Messerhefte und andere kleine Sachen von Holz werden am besten gebeizt, wenn man sie 1 oder 2 Stunden lang in einem kupfernen Kessel mit blauem Brasilienholz und etwas Alaun (etwa 2 Loth auf 1 Kanne) in Wasser oder in saurem Bier kocht und sie dann in einem eisernen Grapen mit Wasser siedet, worin sich auf eine Kanne Wasser 4 Loth Vitriol befinden. Die schwarze Farbe dringt auf diese Weise tiefer, als durch das bloße Anstreichen, in das Holz ein. Nach meinen Versuchen fällt die schwarze Farbe noch besser aus, wenn man das Holz erst durch gelindes Kochen mit einer Auflösung von Alaun im Wasser beizt, es dann mit Brasilienholzbrühe, die mit etwas Galläpfelpulver versetzt wird, siedet, und es

endlich in die Vitriolauflösung, oder noch besser in eine Auflösung von Eisenfeilspänen in Essig bringt, welche letztere man auch nur warm überstreichen darf. Aepfelholz läßt sich auf diese Weise $\frac{1}{4}$ Zoll tief beizen, und erhält durch Reiben mit einem mit weißem Wachs bestrichenen Lederlappen, oder mit Leinöl und feinem Kohlenruß, einen Glanz wie Ebenholz. Wenn man das Holz erst mit einer Eisenauflösung und dann mit dem Galläpfeldekokt siedet, so wird es zwar auch schwarz, aber die Schwärze dringt nicht so tief ein.

V. Auf Knochen und Horn.

Knochen lassen sich eben so beizen, als Holz, nur müssen sie vorher so lange mit einer Alaunauflösung gekocht werden, bis die Oberfläche etwas weich geworden ist. Alsdann legt man sie in die vorhin erwähnte blaue Brasilienholzbrühe mit etwas Galläpfelpulver, oder überstreicht sie damit auch nur einigemal in der Wärme, wobei man sie zwischen jedem Anstrich trocken werden läßt, und behandelt sie dann eben so wie das Holz, indem man sie mit einer völlig gesättigten Auflösung des Eisens in Essig bestreicht. Das Anstreichen muß mehrere male in der Wärme wiederholt werden, und jedesmal muß der Anstrich erst eintrocknen.

Plümier giebt in seinem Werk über die Drehkunst folgende Anleitung, Elfenbein oder Knochen schwarz zu färben: Man macht eine Auflösung von 4 Loth Pottasche, 3 Loth Galläpfel und $\frac{1}{2}$ Loth Arsenik in $\frac{1}{2}$ Maaß Wasser, beizt die Knochen mit derselben und überstreicht sie dann mit einer starken Auflösung des Eisens in Essig. Das Verfahren ist zwar richtig, indeß ist die Farbe, nach meinen Erfahrungen, weniger schön und dauerhaft, als die vorige. Weil die schwarze Eisenfarbe durch laugenartige Salze immer violett wird, so sollte man glauben, daß der Zusatz von Pottasche nicht die schönste schwarze Farbe hervorbrächte, indeß verhindert die Pottasche die

die Entstehung der schwarzen Farbe nicht, wenn sie mit einem Dekokt von blauem Brasilienholz und etwas Alaun versetzt wird, weshalb die Vorschrift um so weniger unzweckmäßig ist, als die alkalischen Salze eine erweichende Wirkung auf die animalische Substanzen äußern, so daß die Pottasche zugleich als Beizmittel für Horn und Elfenbein wirkt. Es scheint aber nothwendig zu seyn, daß man statt der Galläpfel, oder wenigstens zugleich mit denselben, Brasilienholz anwendet.

Zum Schwarzfärben des Horns nimmt man 6 Loth von dem besten Eisenvitriol, 5 Loth braunes Brasilienholz, 6 Loth Galläpfel und 2 Loth Spangrün, kocht alles 2 oder 3 Stunden lang gelinde in einem Maaß Wasser und setzt nach beendigtem Kochen 5 Loth weiße Pottasche zu. Man legt das Horn in diese Brühe und läßt es darin in der Wärme stehen, oder bestreicht es auch mehrere male damit, worauf man es mit einem geölten ledernen Lappen abreibt. Besser ist es aber wohl, wenn das Horn erst einige Tage lang in der Wärme in einer kaustischen alkalischen Lauge aus 2 Pottasche und 1 ungelöschtem Kalk so lange gebeizt wird, bis sich die Oberfläche erweicht hat, worauf man die Hornarbeit in der vorhin erwähnten Brühe aus Galläpfeln, Brasilienholz und Vitriol kocht.

§. 189. Von der natürlichen rothen Eisenfarbe.

Man hält die rothe, die gelbe und die blaue Farbe für die eigentlichen Grundfarben, weil sie nicht durch die Vermischung mehrerer Farben hervorgebracht werden können, sondern weil sie durch sich selbst bestehen, und durch ihre Vermischung mehrere andere Farben, Braun, Violett und Grün, mit den mannigfaltigsten Abstufungen darstellen. Die rothe Eisenfarbe ist aber nur als eine trockene Farbe zu gebrauchen, indem sie mit Oelfirnissen zu Anstrichen, ferner als Wasserfarbe und zu den Emaillemalereien angewendet werden kann.

Eine

Eine hochrothe Farbe, die vom Eisen herrührt, ist im Mineralreich sehr selten, desto häufiger stammen davon aber die schlechteren rothen, die röthlichbraunen und braunen Farben ab, so daß es nur wenig Erden, Steine und Erze giebt, die nicht durch Eisen gefärbt werden. Als Beispiel will ich folgende Fossilien anführen.

1. Rothe Kalkerde, wie sie in Gottland und Oeland häufig vorkommt.

2. Rother Kalkstein von Oeland, Kinnekulle in Westgothland u. s. f., welches durchaus flötzartiger Muschelkalkstein ist. Der Kalkstein in der Persberggrube, zu Wermeland und zu Hällefors hält etwa 10 Procent Eisen. Die rothen Adern und Flecken im Marmor sind entweder durch Eisen gefärbt, oder sie rühren von beigemengter Hornblende her, welche ebenfalls rothen Eisenocker enthält.

3. Englische Erde oder Braunroth braust stark mit Scheidewasser, und schmelzt im Feuer leicht zu einer schwarzen schaumigen Schlacke, welche vom Magnet gezogen wird. Ein mennigrother feinkörniger Kalkstein, den ich von Sheldon Moore in Derbyshire erhielt, löste sich in Scheidewasser sehr begierig auf und gab mit Blutlauge einen grünen Niederschlag.

4. Rother polnischer Galmey enthält 12 Procent Eisen.

5. Rothe Kreide. Im Feuer wird sie hart und schwarz und dem Magnet folgsam. In starker Cementationshitze reducirt sich das darin befindliche Eisen durch Kohlenstaub als kleine Körnchen, welche 16 bis 18 Procent betragen; ohne Zusatz von Kohle fließt sie in einer starken Schmelzhitze zu einem schwarzen dichten Glase. Die mehrste rothe Kreide ist kein Naturprodukt, sondern sie wird durch Brennen des Schmands auf den Alaunwerken künstlich bereitet. Hierher gehört auch der so genannte Dalekarlische Blutstein und eine Art von rother Kreide, die auch blutsteinartig zu seyn scheint,

vom

vom Silberbergstollen in Norrberg, welche nicht vom Magnet gezogen ward, bei der Behandlung mit gewöhnlichen Eisenflüssen im Tiegel aber ein Eisenkorn von 48 Procent gab. Außerdem giebt es in Schweden noch an vielen Orten natürliche rothe Erden.

6. Rother Bolus. Man unterscheidet den gemeinen Bolus, der im Feuer hart und schwarz wird und dadurch seinen Eisengehalt zu erkennen giebt, obgleich der Magnet ihn weder vor noch nach dem Rösten anzieht; den armenischen Bolus, der blaßroth und dem vorigen ähnlich, nur weniger sandig ist, und die rothe Siegelerde, welche mit Säuren braust, welches bei den vorigen beiden Arten nicht der Fall war, sich auch im Feuer dunkel brennt und dann vom Magnet gezogen wird, und endlich zu einer schwarzen Schlacke schmelzt.

7. Umbra ist zwar nicht roth, indeß gehört sie doch zu den Abarten der rothen Erden. In Schweden kommt sie als ein Lager von verwittertem eisenhaltigen Kalk unter der Dammerde auf Kalkstein vor, nur ist die Farbe heller, als die der gewöhnlichen Umbra. Sie ist so leicht wie Kork und schwimmt auf dem Wasser, erhält aber durch das Schlämmen Gewicht und Consistenz genug, um als Malerfarbe mit Wasser und Oel angewendet werden zu können. In schneller, gelinder Hitze wird sie dunkelroth, und durch fortgesetztes Kalciniren schwarz und dem Magnet ganz folgsam. In noch stärkerer Hitze $\frac{1}{4}$ Stunde lang vor dem Gebläse gehalten, giebt sie im verschlossenen Tiegel ein schwarzes, dichtes und reines Glas. Mit Scheidewasser braust sie nicht, aber nach dem Rösten läßt sich das Eisen ausziehen.

8. Der Sinopel hat seine rothe Farbe ebenfalls vom Eisen; in den ungarischen Goldgruben hält man ihn, so wie mehrere sonst taube Gebirgsarten, für goldführend. Er kommt mit dem dunkelrothen Hornstein sehr überein, giebt mit dem Stahl Feuer, wird durch das Rösten dunkelbraun, und schmelzt in einer stärkeren

Hitze

Hitze zu einer schwarzen schaumigen Schlacke. Der Eisengehalt beträgt, nach genaueren Versuchen, 10 Procent. Zu diesen Hornsteinen gehören auch die schönen zinnoberrothen Jaspisarten aus Wermeland. Aus Quist's schätzbaren Versuchen (Abh. d. Schwed. Akad. f. 1768) geht hervor, daß die ächten rothen Steine, von den schönen Rubinen an, welche beim Schmelzen ein grünes Glas geben, bis zu den Granaten, die zu einem schwarzen Glase schmelzen, ihre vortrefflichen Farben dem Eisen zu verdanken haben *).

9. Der fleischrothe Tungstein von der Bastnäsgrube hält über 30 Procent Eisen, und scheint seine rothe Farbe davon erhalten zu haben **). Cronstedt hat dies wegen seine Schwere und seiner Strengflüssigkeit höchst merkwürdige Fossil in den Schwed. Abh. f. 1751 näher beschrieben.

10. Die rothen eisenhaltigen Hornstein-, Glimmer- und Kalkarten sind allgemein bekannt. Mehrere enthalten 12 bis 15 Procent Eisen, und schmelzen auch ziemlich leicht zu einer schwarzen schaumigen Schlacke, weshalb man sie zum Schachtfutter in den Hohenöfen nicht anwenden kann.

11. Die bekannten rothen Eisengranaten halten gewöhnlich 9 bis 10 Procent Eisen und schmelzen sehr leicht zu einer schwarzen Schlacke. Daß der rothe Quarz und der rothe Feldspath Eisen enthalten, hat d'Arcet bewiesen.

12. Die rothen Eisenerze haben oft eine völlig zinnoberrothe Farbe, vorzüglich die französischen und englischen.

13. Die

*) Auch der schöne Feueropal ist durch Eisen gefärbt.

**) Nach Klaproth (Beiträge III. 42.) enthält der Tungstein 77,75 Wolframoxyd, 17,6 Kalkerde und 3 Kieselerde. Hr. R. meint hier aber den Cererit, der zeither auch für Tungstein gehalten worden ist, und welcher nach Klaproth (IV. 147.) aus 54,5 Ceroxyd, 34,5 Kieselerde, 3,5 Eisenoxyd, 1,25 Kalkerde und 5 Wasser besteht.

13. Die Blutsteine sind entweder natürliche verhärtete rothe Eisenerden, oder sie sind aus zersetztem Schwefelkies entstanden, der durch Verdampfung oder durch innere Erhitzung den Schwefel verloren hat, so daß das Eisen als rother Ocker, der sich nachher versteinerte, zurückgeblieben ist. Einige von diesen Blutsteinen geben in der kleinen Probe 70 bis 80 Procent Eisen, obgleich sie ohne vorhergehendes Rösten nicht vom Magnet gezogen wurden. In Deutschland kommen solche reiche Eisenerze sehr häufig vor.

14. Der rothe Mulm ist ein rother eisenschüssiger Sand, der sich an mehreren Orten findet, und welcher wahrscheinlich aus einer vitriolischen Eisenerde durch die (unverkennbaren) Wirkungen starker Waldfeuer entstanden und roth gebrannt ist (§. 191, 2.).

Die rothe Eisenfarbe ist also nicht allein bei den Erd- und Steinarten, sondern auch bei den reichen Eisenerzen anzutreffen. Sie entsteht aus (mehrentheils von Vitriolsäure) aufgelöstem Eisen. Die Höhe der Farbe steht mit dem größeren oder geringeren Verlust des Brennbaren im Verhältniß.

In der Schmelzhitze entsteht eine schwarze Schlacke; bei einem geringeren Wärmegrade wird die Farbe aber nur in dem Verhältniß dunkler oder lichter, als das Fossil von Natur mehr oder weniger stark kalcinirt war. Es ist sehr wahrscheinlich, daß alle rothe Fossilien, welche ihre rothe Farbe in einer gelinden Glühhitze behalten, verlieren oder verändern, durch Eisen oder durch Eisenkalk und durch etwas mehr oder weniger feuerbeständiges feines Brennbares gefärbt worden sind. Daß hierher die ächten Rubinen, Granaten, Carneole, Carfunkeln, die rothen Agathe, die rothen und violetten Serpentine, Flußspathe und Jeolithe, das rothe Kupferglas, das Rothgülden u. s. f. gerechnet werden müssen, beweist die Erfahrung. Als Henkel das Rothgülden durch

ge-

gelinde Kalcination vom Arsenik befreit hatte, ward der Rückstand vom Magnet gezogen, so daß man zu einer künstlichen Bereitung des Rothgülden, Eisen und Arsenik anwenden müßte. Selbst der Zinnober hat seine rothe Farbe vom Eisen *).

Man muß indeß wohl berücksichtigen, was §. 194. bei Anwendung der Eisenfarben zu den Glasflüssen beim Emailliren gesagt ist, daß die Eisenfarben in der Hitze sehr leicht zerstört werden, wenn sie dünne aufgetragen, oder wenn sie mit Substanzen gemengt sind, welche das Phlogiston, worauf die färbende Eigenschaft des Eisenkalkes vorzüglich beruhet, zerstreuen. Die Substanzen, welche die Eisenfarben im Feuer zerstören, sind vorzüglich Arsenik, Bleiglas, Zinnkalk, Flußspath und Braunstein. Es läßt sich also wohl denken, daß Fossilien durch Eisen gefärbt seyn können, obgleich sie sich beim Glühen weiß brennen; der Eisengehalt ist indeß alsdann immer geringe. Es verdient aber an einem anderen Ort näher untersucht zu werden, wie das Eisen in den Glasflüssen so gut als völlig farbenlos erscheinen und nur einen gewissen Theil Phlogiston behalten, oder sich alles entziehen lassen kann.

§. 190. Von der künstlich durch Kalcination bereiteten rothen Eisenfarbe.

Wir haben aus §. 56. bei der Untersuchung der Wirkung des Feuers auf das Eisen gesehen, daß Eisen und Stahl durch die Kalcination erst in einen schwarzen, dann in einen violetten und endlich in einen dunkler und hellrothen Kalk verwandelt wird, je nachdem man die Hitze kürzere oder längere Zeit wirken läßt, der Luft weniger oder mehr Zutritt verschafft und je nachdem das Eisen

*) Daß das Rothgülden weder Arsenik noch Eisen enthält, hat Klaproth gezeigt. Auch der Zinnober verdankt seine Farbe dem Eisen nicht.

Eisen selbst verschieden war *). Roheisen, welches ein ganzes Jahr hindurch unter Luftzutritt der braunrothen Glühhitze ausgesetzt gewesen war, verwandelte sich in einen sehr feinen ganz lichtrothen Ocker. Auch die Feilspäne von Stabeisen werden durch Kalciniren dunkelroth, vorzüglich wenn das Eisen etwas rothbrüchig ist. Wenn das Stabeisen nach dem Schmieden zu Stäben, Nägeln und anderen groben Schmiedearbeiten äußerlich eine rothe Farbe erhält, so ist dies ein sicherer Beweis seiner Geschmeidigkeit.

Ich kalcinirte in der Hitze eines gewöhnlichen Probirofens Feilspäne von mehreren Eisensorten 8 bis 9 Stunden lang unter häufigem Umrühren; die Farben fielen aber nicht höher als violett und röthlich aus:

1. Graues Roheisen ward dunkelbraun ins Röthliche.

2. Stahl mit der Hälfte Schwefel zusammengeschmolzen, nahm eine gute röthliche Farbe an.

3. Durch

*) Es ist jetzt entschieden, daß beim Eisen nur 2 Oxydationszustände statt finden (B. I. S. 355). Das Oxydul (weißes oder schwarzes Eisenoxyd genannt; ersteres weil es mit Kohlensäure und Blausäure weiße Verbindungen macht, letzteres weil es im gewöhnlichen Zustande, nämlich als Glühspan, Hammerschlag oder Schmiedesinter mit schwarzer Farbe erscheint und deshalb auch mineralischer Mohr heißt) ist magnetisch, wie das natürliche Eisenoxydul — der Magnet — beweist, und wird aus seinen Auflösungen in Säuren durch Alkalien mit olivengrüner Farbe niedergeschlagen. Dieser Niederschlag ist wahrscheinlich eine Verbindung des Oxyduls mit Wasser — Eisenhydrat — indem er durch Erhitzung, ohne Luftzutritt, schwarz wird, beim Zutritt der Luft aber sehr bald durchs Gelblichbraune und Braunrothe in vollkommenes Oxyd übergeht. Dieses, nämlich das Oxyd, ist bräunlichroth, nicht magnetisch, kommt natürlich in den Rotheisensteinen zuweilen ganz rein vor, wird aus den Auflösungen in Säuren durch Alkalien mit einer rothbraunen Farbe niedergeschlagen, läßt in der Weißglühhitze den Theil Sauerstoff fahren, durch den es in den Zustand des Oxyds versetzt war (B. I. S. 347.) und verschlackt sich dann. Daß alle übrigen vermeintlichen Oxydationszustände des Eisens zwischen dem Oxydul und dem Oxyd nichts weiter als Gemenge von beiden sind, haben Proust, Berzelius und Bucholz gezeigt. Solche Gemenge erhält man sehr häufig, wenn das Eisen aus den Auflösungen in Säuren durch Alkalien niedergeschlagen worden.

3. Durch Vitriolsäure zerfressener Eisenkalk ward so dunkelroth wie Drachenblut.

4. Hammerschlag mehr bläulichroth.

5. Eisenmohr (§. 57, 10.) fast eben so.

6. Eisenrost, schön dunkelviolett und zu Oel- und Wasserfarben sehr anwendbar.

7. Eisen mit anderen Metallen zusammengeschmolzen:

a. mit Pyrmasonstein, fast schwarz, etwas ins Röthliche.

b. 3 Zinn und 1 Eisen erhielten eine röthliche lichte Farbe.

c. Eisen, Zinn und Spiesglanzkönig, so wie gleiche Theile Spiesglanzkönig und Eisen, gaben einen kaffeebraunen Kalk.

§. 191. Von der rothen Farbe durch die Auflösung des Eisens.

Wenn man das Eisen schnell in einen rothen Kalk verwandeln will, so muß man Feilspäne durch Vitriolsäure zerfressen, die Säure verdampfen lassen und das in ein weißes Pulver verwandelte Eisen kalciniren, oder während der Kalcination öfters Vitriolöl auf die Feilspäne gießen. Der Eisenrost bekommt ebenfalls durch die Kalcination in kurzer Zeit eine ziemlich schöne rothe Farbe.

1. Auch der grüne Eisenvitriol wird durch starkes Kalciniren roth, wie der unter dem Namen des vitriolischen Colcothar bekannte Rückstand von der Destillation des Vitriolöls beweist. Wenn dieser Colcothar im offnen Feuer, unter häufigem Umrühren, noch stärker kalcinirt, und die zurückgebliebene Säure durch Kochen mit Wasser, durch Filtriren und durch öfteres Aussüßen mit warmem Wasser gänzlich weggeschafft wird, so erhält man durch Schlämmen eine schöne rothe Farbe, wel-

welche sowohl zum Malen als auch zum Poliren des Eisens und des Stahls gebraucht wird, vorzüglich aber zu Streichriemen für Barbirmesser gute Dienste thut, weil sie feiner ist, als andere Polirpulver.

2. Die gewöhnliche rothe Farbe, deren man sich zum Anstreichen der Gebäude bedient, ist der Rückstand von der Destillation des Schwefels aus Schwefelkiesen *). Die abgebrannten Kiese, welche aus Bergart, Eisenkalk und vieler Vitriolsäure bestehen, werden in freier Luft in

*) Dieser Rückstand würde wohl weit zweckmäßiger auf Vitriol zu benutzen seyn. Die Schwefelkiese geben nämlich bei der Destillation nur den Antheil Schwefel her, durch den das Maximum der Verbindung des Eisens mit Schwefel bestimmt wird. Ganz reiner, von aller Bergart freier Schwefelkies besteht aus 53,92 Schwefel und 46,08 Eisen. Bei einer vollkommenen Destillation würde er aber nur 26 Procent Schwefel ausgeben, weil sich der Antheil Schwefel im Minimo der Verbindung mit Eisen durch die bloße Hitze nicht trennen läßt. Das rückständige geschwefelte Eisen oxydirt sich aber an der Luft mit Beihülfe von Wasser sehr leicht und giebt durch Auslaugen ꝛc. Vitriol. — Auf den Schlesischen Vitriolhütten werden zwei Sorten von rother Farbe gemacht; die eine aus dem gelben Schmand, welcher sich beim Klären, oder nach dem Versieden der unreinen Vitriollaugen aus denselben zu Boden setzt, und die zweite aus dem Rückstand vom Vitriolöl und Scheidewasserbrennen. Die letzte Farbe ist die schlechtere; sie wird durch das bloße Schlämmen der Rückstände bereitet und liefert das Braunroth. Der gelbe Schmand (basisches schwefelsaures Eisenoxydhydrat) giebt nach dem Brennen in Flammöfen mit thönernen Heerden und flachen Gewölben, und nach dem Schlämmen in hölzernen Bottichen das so genannte Hellroth, Polirroth oder Englischroth. Die Höhe der Farbe hängt von dem Feuergrad und die Schönheit von der Schlämmarbeit ab. Daß man die außerordentliche Höhe und Feinheit des eigentlichen englischen Polirroths bisher noch nicht erreicht hat, liegt wohl daran, daß die Schlämmarbeit vor dem Brennen noch nicht vollkommen genug war, und daß man in den Oefen, in welchen die Flamme über den Heerd streicht, den richtigen Hitzgrad nicht genau treffen kann, denn ohne Zweifel ist das schönste hohe Englischroth ein Gemenge von Eisenoxyd und basischem schwefelsauren Eisenoxyd. Bei einer zu starken Hitze wird nicht allein alles basische Salz zerstört, sondern, was für die Höhe der Farbe noch nachtheiliger ist, ein Theil des Oxyds in den Zustand des Oxyduls zurückgebracht. — Die gelbe Kollerfarbe (das Goslarer Gelb) ist nichts weiter, als jenes ungebrannte, möglichst fein geschlämmte basische schwefelsaure Eisenoxydhydrat mit Eisenoxydhydrat gemengt und fein geschlämmt.

in großen Haufen aufgeschüttet, wodurch die Säure mit der Zeit Feuchtigkeit anzieht, noch etwas Eisen auflöst und damit einen Vitriol bildet, den man durch Auslaugen gewinnen kann. Nach einigen Jahren zerfallen die abgebrannten Kiese theils zu einem gelben, theils zu einem röthlichen Eisenocker, den man in Schlammsümpfen durch zufließendes Wasser von der gröberen Bergart dadurch abscheidet, daß man den Ocker als einen feinen gelben Kalk oder Schlamm in besonders vorgerichteten Schlammgräben auffängt und ihn in zweckmäßigen Oefen mit Flammenfeuer zu einer rothen Farbe brennt, welche dunkler oder heller ausfällt, je nachdem man mehr oder weniger vorsichtig beim Brennen verfährt, eine schwächere oder stärkere, und eine kürzere oder längere Zeit anhaltende Hitze anwendet (§. 221.).

Wenn man die gelbe Kieserde vorsichtig schlämmt, und langsam in einer gelinden braunrothen Hitze unter häufigem Umrühren brennt, um das Zusammenbacken zu verhüten, so erhält man eine sehr schöne Farbe, wenn man durch häufiges Probenehmen nur den Zeitpunkt abwartet, wann die Farbe die höchste Röthe erlangt hat. Eine zu lange anhaltende, oder eine zu starke Hitze giebt eine dunkle Farbe, und wenn man dann das Umrühren versäumt, so bilden sich Klumpen, die inwendig einen schwarzen Kern erhalten.

Es giebt Schwefelkiese, die so vitriolisch sind, daß sie an der Luft von selbst zerfallen, oder zu einem gelben Ocker verwittern, vorzüglich wenn sie durch Feuersetzarbeit — wie dies in Kupfergruben häufig der Fall ist — gewonnen werden, und dann in freier Luft 50 und mehrere Jahre lang liegen bleiben. Aus diesen verwitterten Kiesen kann man durch Schlämmen und Brennen, auf die vorhin angeführte Weise, mit leichter Mühe eine rothe Farbe bereiten.

3. Auf den Alaunhütten setzt sich aus der Alaunlauge in den Kühlfässern ein schwefelgelber Eisenocker ab, der durch

durch Brennen eine ſchöne rothe Farbe erhält, woraus man durch Schlämmen die gewöhnliche rothe Kreide zubereitet. Ueberhaupt kann man aus allen hellen und dunklen gelben Eiſenockern, z. B. aus den Niederſchlägen der Sauerbrunnen, aus der Kollerfarbe u. ſ. f., durch Kalciniren eine mehr oder weniger gute rothe Farbe darſtellen.

Alle reine Schwefelkieſe geben ohne ſolche mühſame Bereitung, durch bloßes Zerpulvern und Glühen in braunrother Hitze unter häufigem Umrühren, eine ſolche rothe Farbe, die deſto beſſer ausfällt, je mehr die Kieſe von Bergarten rein ſind und bloß aus Schwefel und Eiſen beſtehen. Iſt die Hitze zu ſtark, ſo wird die Farbe wieder dunkler und braun. Wenn andere Metalle, beſonders Kupfer, zugegen ſind, ſo läßt ſich keine rothe Farbe darſtellen, ſondern ſie bleibt braun oder ſchwarz, je weniger oder je mehr Kupfer vorhanden iſt. Je ſchwärzer die gelben kupferhaltigen Kieſe beim Röſten auf dem Scherben im Probirofen ausfallen, für deſto kupferhaltiger kann man ſie halten.

Ueber die vortheilhafteſte Art des Anſtreichens hölzerner Häuſer mit rothen und gelben Eiſenockern giebt das Haushaltsjournal der Schwediſchen patriotiſchen Geſellſchaft, May und Oktober 1777, Auskunft.

§. 192. Fortgeſetzte Bemerkungen über die rothen Ockerfarben.

Wir haben geſehen, daß alles reine oder metalliſche Eiſen durch Kalciniren erſt ſchwarz, dann braun, violett und endlich dunkler oder lichter roth wird, je nachdem die Hitze länger anhält und die Luft mehr freien Zutritt hat. In einer noch ſtärkeren Hitze fängt die rothe Farbe an dunkler zu werden, und vom Rothen ins Rothbraune, Braune und endlich beim Schmelzungsgrade, wenn ſich der Eiſenkalk verglaſt oder verſchlackt, ins Schwarze über-

überzugehen. Man kann daher mit ziemlicher Sicherheit annehmen, daß alle erdige und metallische Fossilien, die eine lichte Farbe haben, und durch gelindes Glühen erst schwarz und dann roth werden, ein im metallischen Zustande befindliches oder mit Phlogiston verbundenes Eisen enthalten, weshalb sie auch vom Magnet angezogen werden.

Anders verhält es sich mit den Eisenkalken, welche durch die Einwirkungen der Luft, des Wassers und der verschiedenen Säuren, beim gänzlichen Eintrocknen oder Niederschlagen, in erdiger Gestalt, unter dem Namen von Rost oder Ocker entstehen. Fast alle diese Ocker geben ihren Eisengehalt durch die rothe Farbe zu erkennen, welche sie zuerst beim Brennen annehmen. Bei zunehmender Hitze wird die Farbe dunkler, schwarz, grün, gelb und endlich verschwindet sie ganz, wenn der Ocker durch glasartige Substanzen sehr vertheilt wird.

§. 193. Versuche mit den rothen Eisenkalken.

Wir haben schon in §§. 181. 190. gesehen, daß sich das Eisen aus seinen Auflösungen in Salzen und Säuren mit sehr verschiedenen Farben niederschlagen läßt, je nachdem das Niederschlagungsmittel mehr oder weniger Brennbares entzieht oder mittheilt, und je nachdem die Säure verschieden war. Wenn die alkalischen Salze im höchsten Grade mit Brennbarem, z. B. mit Schwefelleber, gesättiget sind, so fällt das Eisen ganz schwarz nieder. Bei wenigerem aber reinerem Phlogiston, z. B. in der Blutlauge, erscheint der Niederschlag schwarz oder dunkelblau; bei noch wenigerem grün, und bei dem allergeringsten Gehalt von Brennbarem, z. B. bei der Anwendung von reinem Alkali, wird der Niederschlag nach Umständen dunkler oder lichter röthlich gelb *). In der Glühhitze werden diese Far-

*) Daß Hr. R. hier Wasserstoffschwefeleisenoxydul, blausaures Eisenoxyd, Eisenoxydulhydrat und Eisenoxydhydrat gemeint hat, darf ich kaum bemerken.

Farben indeß mehr oder weniger roth, und weil das Verhalten derselben in manchen Fällen, z. B. bei der Bereitung der Glasflüsse, Aufschluß geben kann, so will ich folgende Versuche mit verschiedenen Eisenkalken, die alle auf einem Scherben im Probirofen kalcinirt wurden, hier mittheilen.

1. Der gelbe, durch Pottasche aus der Auflösung des Eisens in Salpetersäure bewirkte Niederschlag gab bei einem gelinden Brennen eine gute Umbrafarbe, die in stärkerer Hitze rothbraun und endlich ziemlich hochroth und von allen am besten ausfiel.

2. Derselbe Ocker mit Kochsalz kalcinirt, dann ausgelaugt und geschlämmt, gab eine schöne röthliche Farbe.

3. Das mit Salpeter verpuffte Eisen behielt nach dem Brennen eben so wie das reine Eisen eine dunkelröthliche Farbe.

4. Der durch Sodasalz aus der Auflösung in Scheidewasser niedergeschlagene Eisenocker gab eine schöne dunkelrothe Farbe.

5. Wenn die Auflösung des Eisens in Vitriolgeist mit etwas Queckfilber versetzt und die Auflösung durch Soda niedergeschlagen wird, so entsteht eine rothe Feuerfarbe, die sich ins Brandgelbe zieht, und zu der feinsten Wasserfarbe sehr füglich angewendet werden kann.

6. Die Auflösung des Eisens in Salzgeist giebt durch den Niederschlag mit fixem Salmiak durch gelindes Glühen eine feine rothe Farbe, die dem Florentinerlack ähnlich ist und zur Emaille- und Wasserfarben-Malerei angewendet werden kann.

7. Der Niederschlag aus der Auflösung des Eisens in Vitriolgeist durch fixen Salmiak, ward durch den sich zugleich niederschlagenden Gips blaßröthlich.

8. Eisen aus Scheidewasser mit Salmiakgeist niedergeschlagen, war schmutzigbraun.

9. Grau-

9. Graues Roheisen gab nach dem Verpuffen mit Salpeter, und nach dem Auflösen im Wasser durch das Stehen an der Luft eine schöne röthlichbraune Farbe.

10. Dieselbe Farbe erhielt ich, als ich Eisen in Königswasser auflöste, etwas fixen Salmiak zusetzte und die Flüssigkeit bis zur Trockniß abdampfte.

11. Wird Eisenocker mit 3 oder 4mal so viel Kochsalz geschmolzen, so theilt er dem Salz eine schöne rothe Farbe mit, die aber mehrentheils nur stellenweise äußerlich zum Vorschein kommt. Wenn man dies Salz im Wasser auflöst, so setzt sich ein gelbbrauner Ocker ab, der durchs Brennen ebenfalls roth wird.

12. Der blaue Eisenocker, oder das Berlinerblau, giebt durch starkes Kalciniren eine röthliche oder eine brandgelbe Farbe, je nachdem das Berlinerblau dunkler oder lichter war *).

13. Das Eisen wird aus der Auflösung in Königswasser durch Pottasche als ein röthlichbrauner Ocker niedergeschlagen, obgleich die Farbe während des Niederschlagens hochroth erscheint. Hieraus und aus dem vorhin Angeführten leuchtet ein, daß das Kochsalz und der Salmiak in allen Fällen mehr als die übrigen Säuren zur Erhöhung der rothen Farbe beitragen. Dies ist auch der Fall, wenn man Eisenfeile durch Salmiak in Rost verwandelt und den Rost kalcinirt, indem man einen schönen, in der Schmelzhitze auf Emaille beständigen dunkelrothen Krokus erhält.

14. Wenn man Eisenfeilspäne nach der Vorschrift der neuesten Schwedischen Pharmacope mit sal essentiale tartari behandelt und im Wasser auflöst, so werden sie durch starkes Kochen größtentheils nur in einen weißen Kalk verwandelt, der nach dem Trocknen das Ansehen von Bleiweiß hat, bei mäßigem Glühen mit Flammenfeuer aber eine schöne hohe feuerrothe Farbe annimmt, wel-

*) Also je nachdem das blausaure Eisen mehr oder weniger Oxydul enthielt.

welche zum Malen, besonders als Wasserfarbe, unter allen aus Eisen bereiteten Farben die beste und dauerhafteste ist. Dieser weiße Eisenkalk enthält so viel Weinsteinsäure, daß er sich an der Lichtflamme entzündet und dann für sich als Torf fortbrennt, wobei er die schön gefärbte Asche zurückläßt.

15. Kalke aus mehreren Eisen- und Stahlarten durch verschiedene Fällungsmittel entstanden, zeigten beim Kalciniren in Probirofen folgende Farbenveränderungen:

a. Stahl, in Vitriolgeist aufgelöst, durch Weinsteinsalz niedergeschlagen, ward durch Kalciniren rothbraun. — Durch völlig mit Luftsäure gesättigtes Weinsteinsalz fiel die Farbe schlechter roth aus. — Kaustisches Alkali gab einen dunkelrothen Niederschlag.

b. Das kaltbrüchige Eisen gab bei einer gleichen Behandlung einen rothen feuerfarbenen — einen dunkel blutrothen — und einen blutrothen Niederschlag.

c. Aus Roheisen erhielt ich durch Auflösen in Flußspathsäure und durch Niederschlagen mit kaustischem Alkali, nach vorhergegangenem Kalciniren auf einem offnen Scherben, einen feuerrothen Kalk. — Der Niederschlag mit Weinsteinsalz war zimmtfarbig, mit Mineralalkali dunkelbraun, mit Harnsalz strohgelb und mit Kalkwasser ganz weiß mit blauen Flecken und leichtflüssig.

Einige andere weniger bedeutende Abänderungen der rothen Farbe beim Kalciniren der Eisenocker will ich hier nicht anführen, weil sich im folgenden §. und in der 8. Abtheilung noch Gelegenheit finden wird, darauf wieder zurückzukommen. Wir haben gesehen, daß alle durch Niederschlag erhaltenen Eisenkalke nach dem Kalciniren eine rothe Farbe mit verschiedenen Abstufungen erhalten. Es giebt indeß solche Eisenkalke, die sich nicht roth brennen; so wird z. B. der Niederschlag aus der Auflösung des Eisens in Flußspathsäure mit Alkali zuerst

grün-

grünlich, dann gelb, bekommt aber durch Kalciniren wieder eine unreine grüne Farbe, wovon weiter unten (§. 236.) mehr. In der Schmelzhitze theilt dieser Kalk dem Emaille ebenfalls eine solche schmutziggrüne Farbe mit, welche indeß von dem anhängenden nicht gut ausgesüßten Alkali herzurühren scheint. — Aus der Auflösung der Frischschlacke in Flußspathsäure (§. 235.) wird das Eisen durch Alkali ebenfalls, theils mit grüner, theils mit weißer Farbe niedergeschlagen. Werden diese Niederschläge unausgesüßt langsam geglühet, so bleibt die Farbe theils weiß, theils wird sie hell violett. In einer stärkeren Hitze kommen die Niederschläge leicht in Fluß, wobei die Farbe verschwindet, so daß das Violett wahrscheinlich von dem Mangangehalt und das Weiß von den erdigen Bestandtheilen der Frischschlacke herrührt. — Eisenfeilspan ward durch Digeriren mit zerflossenem Weinsteinsalz nach dem Kalciniren zuerst dunkelgrün, dann aber durch mehrtägiges Stehen an freier Luft röthlichbraun.

§. 194. Vom rothen Glase und von der rothen Emaillefarbe durch Eisen.

Rothes Glas, oder einen rothen Glasfluß durch einen Eisenzusatz darzustellen, ist eine schwierige Operation, die selten gelingt, obgleich Neri im 128. Kapitel seiner Glasmacherkunst einer Methode erwähnt, die sehr zuverlässig seyn soll; weil dabei, außer dem mit Schwefel zubereiteten Eisenkrokus, aber auch kalcinirtes Kupfer angewendet wird, so dürfte das Eisen wohl den geringsten Antheil an den rothen Farben haben. Aber auch die Darstellung der rothen Farbe aus der Kupferasche, oder aus dem Kupferkalk erfordert, eine nicht geringe Erfahrung, denn obgleich das Kupfer in einer schnellen Schmelzhitze eine lackrothe undurchsichtige Schlacke giebt, so verändert sich die Farbe bei den Glasflüssen doch sehr

leicht

leicht in Grün. Noch flüchtiger ist aber die rothe Farbe des Eisens, sobald die Verglasungshitze eintritt. Es ist wohl möglich, daß diese rothe Farbe beständig bleibt, wenn man mit sehr großer Vorsicht verfährt und wenn sich eine bedeutende Menge von Glasmasse im Glasofen befindet; mir hat die Darstellung aber immer nicht gelingen wollen, sondern der schöne Eisenkrokus gab zuweilen eine grünliche Chrysolithfarbe, zuweilen färbte er das Glas schmutzigbraun *). Merkwürdig ist die Bemerkung, welche Kunkel der eben erwähnten Nerischen Vorschrift hinzugefügt hat, daß das erhaltene rothe Glas nämlich in der Schmelzhitze gelblich ausfalle und nicht roth werden soll, wenn man es fein zerpulvert als Emaillefarbe benutzt, und daß es sogleich eine schöne durchsichtige rothe Farbe bekomme, wenn man es über brennendes Birkenreisig hält, welches den Goldarbeitern und Emaillirern genauer bekannt seyn müßte.

Mehrere Schriftsteller halten das Kochsalz für einen sehr nothwendigen Zusatz bei der Bereitung des Eisensafrans, um demselben die rothe Farbe zu geben. Aus eigener Erfahrung weiß ich, daß das Salz wirklich gute Dienste zur Erhöhung und Erhaltung der rothen Farbe in geringerer Hitze, oder beim Emailliren leistet; daß es aber in der Verglasungshitze die Farbe nicht zurückhal-

*) Nach Clouet (Scherer's chem. Journ. B. VI. 406.) soll die rothe Farbe des Eisenoxyds in dem Glasfluß, mit dem es zusammengeschmolzen wird, durch Alaun fixirt werden, indem man 2 Theile Vitriol und 1 Alaun erst in ihrem Krystallisationswasser zerfließen und völlig trocknen, und die getrocknete Masse so lange rothglühen läßt, bis sie eine gleichförmig rothe Farbe angenommen hat, welches man bemerkt, indem man sie von Zeit zu Zeit an der Luft erkalten läßt. Man kann auch die Verhältnisse des Alauns und Vitriols abändern; je mehr Alaun man nimmt, desto blasser wird die Farbe, welche auch im heftigsten Feuer beständig ist, weshalb man sie auf rohes Email anwenden kann. 3 Alaun und 1 Vitriol geben eine Fleischfarbe. — Zur Darstellung mehrerer rother Farbentöne auf Porcelan und Email ist das Eisenoxyd durchaus nicht zu entbehren, nur muß der Feuersgrad sehr sorgfältig beobachtet werden, weil die Farben in zu starker Hitze verschwinden; auch ist es nöthig, die Farbensätze dick aufzutragen.

halten kann. Es ist sehr richtig, daß die Eisenkalke dem Salz, wenn beide allein in starker Hitze mit einander geschmolzen werden, eine sehr schöne rothe Farbe mittheilen, welches man zuweilen an dem Salz, das bei den Eisenproben gebraucht wird, bemerken kann; allein diese rothe Farbe ist auf keine andere Weise in die Glasflüsse zu bringen, als daß man den rothen Eisensafran in ein sehr leichtflüssiges Glas einrührt, so daß es ohne ein sehr langsames Schmelzen als ein feines Pulver darin zertheilt wird und dem Glase auf die Weise ein rothgefärbtes Ansehen giebt. Meine Versuche haben mir gezeigt, daß das Salz durchaus kein Eisen aufgelöst enthält, sondern daß sich das letztere nur mechanisch als ein rother Krokus beigemengt befindet, der sich beim Auflösen des Salzes im Wasser zu Boden setzt.

Montamie sagt in seiner Abhandlung über das Emailliren, daß die rothe Farbe dadurch fixirt werden könne, daß man das Eisen aus der Auflösung in Scheidewasser durch Alkali niederschlägt, und den erhaltenen Kalk so lange mit Kochsalz kalcinirt, bis er eine rothe Farbe angenommen hat, worauf man das Salz durch warmes Wasser auslaugen soll. Bei der genauesten Befolgung dieser Vorschrift wollte es mir aber nicht gelingen, die rothe Farbe in einer so starken Hitze, wie bei den Glas- und Emaillefarben nöthig ist, zu fixiren; mehrere Versuche belehrten mich, daß man das Salz nicht völlig auslaugen muß, wenn es etwas zur Erhaltung der rothen Farbe beitragen soll, weil es den rothen Krokus zum Theil beigemengt enthält. Zur Darstellung der rothen Farbe muß man auch nothwendig Salpeter und Borax anwenden und den Zusatz von Bleiglas vermeiden, weil dieses, wie wir weiter unten sehen werden, die Farbe zerstört. Ich will hier einige von den Versuchen anführen, welche ich angestellt habe, um ein rothes Email aus Eisen in einem gut geheizten Probirofen zu erhalten.

1. Der

1. Der durch Soda aus der Auflösung in Scheidewasser niedergeschlagene Eisenkrokus gab, mit Kochsalz und etwas Borax gemengt, eine schöne, röthlichbraune, aber sehr trockne Farbe, die sich mit einem Zusatz von etwas Bleiglas besser verglaste, aber auf den dick aufgetragenen Stellen eine braunere Farbe erhielt. In einer sehr starken und anhaltenden Hitze verlor sich die rothe Farbe und ward brandgelb.

2. Dunkelrother Eisenkrokus (aus grauem Roheisen in der Probirofenhitze durch Zusatz von Vitriolöl kalcinirt) gab, mit Bleiglas, Kochsalz und Borax zusammengerieben, bei einer schnellen Hitze eine röthlichbraune Glasur; in einer stärkeren und länger anhaltenden Schmelzhitze ward er olivenfarben.

3. Die Auflösung des Eisens in Salzgeist brauste zwar etwas mit fixem Salmiak, aber es entstand augenblicklich kein Niederschlag, sondern erst nach einigen Tagen war die ganze Flüssigkeit zu einem Brei geworden, woraus ich durch Eintrocknen und Kalciniren einen dunkelrothen Krokus erhielt, welcher mit gewöhnlichem Glasfluß (§. 183.) auf Biscuit und auf der Töpferglasur eine recht schöne rothe fast zinnoberfarbene Emaillefarbe gab, wenn die Hitze recht schnell gegeben und der Feuersgrad genau abgepaßt ward. Auf der Töpferglasur mit Bleiglas hielt diese Farbe aber eben so wenig wie viele andere Eisenfarben aus, indem das Brennen mehrere Tage lang dauerte.

4. Aus dem Vitriolöl wird das Eisen durch fixen Salmiak mit dem Kalk zugleich niedergeschlagen, und giebt einen weißen vom Eisen roth punktirten Niederschlag, der nach dem Reiben und Kalciniren fleischfarbig wird. Diese Farbe ist in der Schmelzhitze beständig, sobald ein leichtschmelzender Emaillenfluß, Borax und mikrokosmisches Salz angewendet werden; bei einem Zusatz von Bleiglas verglast sich die Farbe nicht, sondern sie vergeht.

5. Der

5. Der aus Scheidewasser durch Pottasche niedergeschlagene und dann mit Kochsalz kalcinirte Eisenkalk gab, nach dem Auslaugen des Salzes mit warmem Wasser und nach dem Schlämmen, einen dunkelrothen Krokus, worin die rothe Farbe (nach Montamie), durch das Kochsalz fixirt, enthalten seyn sollte.

a. Mit einem leichtflüssigen Glassatz aus 4 Krystallglas, 2 Pottasche, 1 Salpeter und $\frac{1}{4}$ Borax blieb diese Farbe in der Hitze des Porcelanofens auf Biscuit ganz beständig, so lange sie trocken war und sich nicht glasirte; durch Ueberstreichen von Bleiglas verlor sich aber die Farbe gänzlich.

b. Auf Töpferglasur, oder auf Weißblei, ward die Farbe röthlich violett.

c. Mit einer anderen Glasur aus 3 Glätte und 1 Kieselmehl auf Biscuit aufgetragen, entstand zwar eine gute, aber umbrabraune Glasur.

d. Als zu dem Gemenge a etwas Kochsalz und mehr Borax zugesetzt ward, hielt sich die Farbe sehr gut, indem sie in der Probirofenofenhitze nicht verbleichte; sie blieb aber trocken und wollte nicht fließen, oder einen Glanz bekommen, welches augenscheinlich beweist, daß das zu starke Auslaugen der Salze mehr nachtheilig als vortheilhaft wirkt, um die rothe Farbe in der Hitze zu erhalten.

6. Der durch das Verpuffen der Eisenfeilspäne mit Salpeter erhaltene und dann bis zur rothbraunen Farbe kalcinirte Eisenkrokus wollte sich mit dem Glasfluß 5. a. auf Biscuit nicht glasiren, sondern hielt die stärkste Hitze aus, und ward dunkelbraunviolett. Der Zusatz von fixem Arsenik nahm so wohl diese, als alle anderen rothen Farbenzeichnungen in der Schmelzhitze weg, obgleich sich die Farbe nicht glasirte.

Unter allen diesen und mehreren anderen rothen Eisenkalken gab der Kalk No. 3., der durch fixen Salmiak aus der Auflösung des Eisens in Salzgeist niederge-

schla-

schlagen war, die beste Farbe auf Emaille. Weil sich mit demselben zugleich sehr verschiedene Abstufungen der helleren und dunkleren rothen und der violetten Farbe darstellen lassen, je nachdem man einen größeren oder geringeren Zusatz von Glasfluß und einen schwächeren oder stärkeren Hitzgrad anwendet, so scheint es, daß man sich bloß auf die Zubereitung dieses Kalkes zur Emaille- und Porcelanmalerei beschränken darf, wenn man es nur in seiner Gewalt hat, die Hitze zu mäßigen, oder zu verstärken. Die Anwendung der Farben aus Eisen und der ächten rothen Farbe aus Gold u. s. f. muß man aus dem ausführlichen Werk: Traité des Couleurs en Emaille von Montamie und aus der Description des Arts unter Porcelanfabrik kennen lernen.

Die übrigen rothen Eisenkalke, z. B. der vitriolische Colcothar und mehrere andere, gaben viel schlechtere und weniger beständige Farben. In der folgenden Abtheilung werde ich von den Farben der Eisenkalke auf Emaille noch mehreres anzuführen Gelegenheit haben. Montamie hat in seinem ausführlichen Werk eine Anleitung gegeben, wie man einen Eisensafran zur rothen Scharlachfarbe bereiten soll, welche etwas Gelb zum Grunde zu haben scheint und die in der Emaillemalerei zur Darstellung des Feuers und der Gesichter sehr wichtig ist, weshalb ich einen kurzen Auszug davon mittheile. Zuvor muß man sich einen reineren Eisenvitriol, als der gewöhnliche verkäufliche ist, dadurch zu verschaffen suchen, daß man in Vitriolgeist, oder in verdünntem Vitriolöl so viel von den reinsten Eisenfeilspänen auflösen läßt, als die Säure in der Siedhitze nur aufnehmen will. Die klare Auflösung wird abgegossen und in der Kälte hingestellt, worauf der Vitriol sogleich zu Krystallen anschießt, die man auf Löschpapier legt und zuerst langsam an der Luft, alsdann aber schneller in der Wärme trocknen läßt, und die Hitze nach und nach so verstärkt, daß die Krystalle zu Pulver zerfallen, welches

ches man unter beständigem Umrühren so lange unter der Muffel glühet, bis es eine schöne rothe Farbe angenommen hat. Alsdann reibt man es in einem gläsernen Mörser fein, übergießt es mit Wasser und klärt es in ein anderes Gefäß ab, womit man so lange fortfährt, als sich noch etwas feine rothe Farbe abschlämmen läßt; der gröbere Bodensatz wird weggeworfen. Wenn sich die feine rothe Farbe zu Boden gesetzt hat, wird das Wasser ab- und frisches wieder darauf gegossen und von neuem abgehellt, um durch dieses wiederholte Aussüßen die Vitriolsäure wegzubringen. Ist dies geschehen, so legt man die Farbe auf Löschpapier, läßt sie trocknen, vermengt sie mit doppelt so viel reinem abgeknistertem Kochsalz, und läßt das Gemenge unter fleißigem Umrühren langsam unter der Muffel aufglühen, doch nicht so stark, daß die Farbe wieder dunkler wird. Alsdann laugt man die Farbe 3 bis 4mal mit warmem Wasser aus, um den größten Theil des Salzes fortzuschaffen, worauf die Farbe bis aufs Trocknen zum Gebrauch fertig ist. Die Hauptsache bei dieser Verfahrungsart ist, mit der größten Reinlichkeit zu Werke zu gehen, um nichts Fremdartiges hinzukommen zu lassen.

Durch das Mineralalkali im Salz, welches sich mit der wenigen zurückgebliebenen Säure des Colcothar verbindet, wird die Farbe feuerbeständiger, so daß sie verglasen kann, ohne, wie es sonst der Fall ist, zu verbleichen. Die nothwendige Bedingung des Gelingens ist aber, daß man den von Montamie angegebenen Emaillefluß und kein Bleiglas anwendet. Dieser Fluß besteht aus ganz fein zerpulvertem, leichtflüssigem, bleifreiem Glas, wozu sich dünne Barometerröhren am besten anwenden lassen. Vier Drachmen von diesem vollkommen reinen, im Agat- oder Glasmörser zerriebenen Glaspulver, 2 Drachmen 12 Gran kalcinirter Borax und 4 Drachmen 24 Gran vom reinsten Salpeter, werden im Glasmörser zusammengerieben und in einen großen

hes-

hessischen Tiegel gethan, der vorher mit Brianzoner Kreide (blanc d'Espagne) ausgerieben seyn muß. Der Tiegel wird wohl verdeckt an Kohlenfeuer gestellt, und die Hitze nach und nach so verstärkt, daß die Masse aufschäumt und endlich glühet; der Deckel muß aber genau schließen, damit sich der Salpeter durch einfallende Kohlen nicht entzündet, worauf man den Tiegel noch genauer verschließt, ihn im Porcelanofen der stärksten Hitze aussetzt, und den ganzen Brand hindurch darin stehen läßt.

Dieser Glasfluß ist der beste Zusatz zu den Emaillefarben. Man sucht das reinste Glas sorgfältig aus, reibt es ganz fein und vermengt es dann mit dem dritten oder vierten Theil von der Farbe, indem man es entweder nach Art der Emaillirer mit Lavendelöl, oder nach meinen vorhin angegebenen Versuchen mit Kieselfeuchtigkeit abreibt. Wenn man zu dem vorhin genannten Fluß noch 8 Gran Arsenik und ein Quentchen Salpeter mehr zusetzt, so erhält man zwar ein viel leichtflüssigeres Emailleglas, allein das Arsenik scheint die Verflüchtigung der rothen Farbe sehr zu befördern. — Deshalb ist es besser, wenn man Barometerglas anwendet, welches etwas Braunstein in seiner Mischung enthält, der sich sogleich durch die dunkelrothe Farbe, welche das Glas beim ersten Brennen zur Fritte annimmt, zu erkennen giebt. Nach meinen Versuchen wird das Glas auch eben so klar und noch leichtflüssiger, wenn es vor dem Gebläse geschmolzen wird, als wenn man es der starken Hitze im Porcelanofen aussetzt. Durch einen geringen Zusatz von Wismuthglas wird es noch leichtflüssiger. — Nimmt man statt des künstlich bereiteten Vitriols gewöhnlichen vitriolischen Colcothar, den man auf dieselbe Art mit Kochsalz kalcinirt, so wird die Farbe mehr röthlichbraun. Auch der Eisenkalk, den man durch Kalciniren von 1 Theil Eisenfeilspan mit 2 Kochsalz in

etwas stärkerer Hitze erhält, giebt eine dunkelbraune Kaffeefarbe.

Daß der oben erwähnte, durch fixen Salmiak bereitete Eisenkalk die beste hochrothe Farbe giebt, weiß ich aus eigener Erfahrung. Wenn man vitriolischen Colcothar in Königswasser aus Scheidewasser und Kochsalz auflöst, das Eisen durch Mineralalkali niederschlägt und aussüßt und dann langsam kalcinirt, so erhält man ebenfalls auf eine leichte Art einen schönen feuerbeständigen Krokus zur Emaillemalerei. Noch weniger Umstände macht die Bereitung eines ebenfalls zur guten rothen Emaillefarbe brauchbaren Eisenkalks aus reinen Eisenfeilspänen, die man mit einer starken Salmiakauflösung übergießt, verrosten läßt und dann unter der Muffel kalcinirt. Ich stimme mit Kunkel darin überein, daß ein urinöses Salz das kräftigste Mittel zur Hervorbringung metallischer Farben ist, und hebe aus seinem chemischen Laboratorium folgenden Versuch aus: „Wenn man in erwärmter Salpetersäure so viel Salmiak auflöst, als sie aufnehmen will und die Auflösung in die Kälte stellt, so schießt der Salmiak bei einem gehörigen Verfahren nach einiger Zeit zu feinen Strahlen an, deren Spitzen aus kleinen roth gefärbten Knöpfchen bestehen.“ Es ist indeß wohl zu merken, daß die Farben, welche ein flüchtiges Salz zum Vorschein bringt, im Feuer nicht beständig seyn können, obgleich dieser Versuch und mehrere andere deutlich zeigen, daß Salpeter, Harnsalz, Soda und Kochsalz sehr viel zur Darstellung der rothen Farbe beitragen. Aus Kunkels Versuch sollte man schließen, daß der Salpeter auch ohne metallische Substanzen eine rothe Farbe darstellen könnte, wahrscheinlich ist die angewandte Salpetersäure aber, wie es bei der gewöhnlichen verkäuflichen Säure immer der Fall ist, nicht ganz rein von Eisentheilchen gewesen. Nach Henkel entsteht durch Salpetersäure und Uringeist eine schöne Amethistfarbe, wahrscheinlich enthielt die erstere

aber

aber auch etwas Eisen, denn ich habe gefunden, daß das gewöhnliche Scheidewasser sowohl, als auch das Vitriolöl und der Vitriolgeist mit Blutlauge blau werden, also einen Rückhalt von Eisen haben, den man der Blutlauge nicht zuschreiben kann, weil sie mit reiner Salpetersäure nicht die mindeste Spur von blauer Farbe gab.

§. 195. Welches Eisen sich am besten zur rothen Emaille eignet.

Es schien mir nöthig zu seyn, zu untersuchen, ob, außer der Art der Zubereitung des Eisenkalkes, nicht auch die verschiedenartige Beschaffenheit des Eisens selbst viel zur Darstellung einer mehr oder weniger hochrothen Farbe beitragen könne. Es wurden daher 4 Eisensorten in Vitriolöl, welches mit 3 Theilen Wasser verdünnt war, aufgelöst, nämlich:

1. Kaltbrüchiges Stabeisen aus Smäländischen Wiesenerzen.
2. Sehr zähes und gutes Stabeisen aus Dürrsteinerzen.
3. Weißes, strahliges, grelles Roheisen aus manganhaltigen Erzen aus Daland.
4. Dunkelgraues sehr gaares Roheisen aus guten aber etwas rothbrüchigen Erzen.

Von jeder Sorte Eisen wurden 24 Theile in 100 Vitriolsäure bei ganz gleicher Temperatur aufgelöst und die Auflösungen mit alicantischer Soda niedergeschlagen, ausgesüßt, getrocknet und in einer gleich starken Hitze kalcinirt.

1. Der Kalk vom kaltbrüchigen Eisen ward schön röthlichbraun, und gab mit 3 Theilen von Montamie's Emailleglas, bei einer mittleren Probirofenhitze, durch schnelles Schmelzen auf gebranntem Thon oder Biscuit, die schönste hochrothe Farbe, die man aus Eisen nur

darstellen kann; in einer starken Hitze war sie aber eben so wenig als die übrigen Eisenfarben beständig, sondern sie ward erst gelb und dann verschwand sie gänzlich.

2. Der Kalk vom weichen Eisen hatte nach dem Kalciniren eine schöne röthlich violette Farbe; mit Emailleglas im Probirofen bleichte er aber aus, ward bald gelb und endlich schmutziggrün.

3. Der Kalk vom Daler Roheisen fiel durch das Kalciniren dunkelbraun aus; mit 5 Theilen Emailleglas auf Biscuit ward er fast schwarz, ins Violette übergehend.

4. Der Kalk vom gaaren Roheisen endlich hatte durch das Kalciniren eine dunkelröthlichviolette Farbe angenommen und gab auf Emaille eine lichtrothe Schattirung.

Das beste und weichste Eisen wird also durch das Kalciniren am schnellsten zu einem sehr schönen rothen Krokus, allein das kaltbrüchige Eisen giebt die schönste rothe Emaille, vorzüglich wenn der Kalk gehörig mit Mineralalkali zubereitet und ein richtiger Feuersgrad beobachtet worden ist.

§. 196. Von den rothen Thongeschirren.

Die mehrsten Thonarten werden durch mittelmäßig starkes Brennen mehr oder weniger roth gefärbt, je nachdem sie mehr oder weniger mit Vitriolsäure vereinigtes, oder schon daraus niedergeschlagenes Eisen enthalten. Diese Farbe ist indeß sehr unansehnlich. Aus den bei den schwarzgefärbten Thongeschirren (§. 185.) angeführten Versuchen geht hervor, daß diese Thonarten durch einen Zusatz von Eisenkalken in einer schwachen Brennhitze zwar röther werden, allein sie erlangen doch höchstens nur die gewöhnliche Ziegelfarbe. Ein einziges mal gelang es mir, weißen cölnischen Thon durch Eisenocker, der sich aus einer übersättigten Eisen-

auf-

auflösung in Salpetersäure von selbst niedergeschlagen hatte, fast zinnoberroth zu färben. Das daraus bereitete, erst getrocknete und zuletzt in einer starken Probirofenhitze gebrannte Gefäß hatte aber diese Farbe nur äußerlich, denn beim Zerschlagen zeigte es einen gelben Bruch, und die Bleiglasur nahm auch die rothe Farbe größtentheils weg, welches bei den gewöhnlichen, aus natürlichem Thon zubereiteten ziegelrothen Gefäßen nicht der Fall ist.

Dies ist auch der Grund, weshalb die Töpfer ihr gemeines Gut mit einer ziemlich guten ziegelrothen Malerei verzieren können. Sie überziehen ihre aus gemeinem Thon gemachten Gefäße nämlich mit weißem cölnischen Thon, worin sie die Figuren malen, welche eine rothe Farbe erhalten sollen, wodurch die Fläche des gemeinen Thons entblößt und alsdann alles mit einer Glasur überzogen wird. Wo die Natur ein Gemenge von Thon und Ocker, oder solche Thonocker liefert, wie in England, da bedarf es keiner andern Kunst, als der Töpferarbeit, um ein schönes rothes Geschirr zu erhalten.

§. 197. Von der gelben Eisenfarbe.

Ich habe schon oben bemerkt, daß die gelbe Farbe des Eisens am häufigsten, und unter dem Namen der Rostfarbe unendlich oft im Mineralreich vorkommt. Sie geht immer der rothen Farbe voran, und diese entsteht aus ihr, entweder durch natürliche Hitze, oder durch künstliche Kalcination. Die so allgemein verbreitete Vitriolsäure ist die eigentliche Ursache der Entstehung der gelben Farbe, obgleich die eigenthümliche Säure des Eisens und die Luftsäure auch dazu beitragen *).

In

*) Die Verbindungen des Eisenoxyds mit Wasser, oder mit Wasser und Kohlensäure (Rost), oder mit Wasser und Schwefelsäure (basisches Eisenoxydsalz) haben immer eine gelbe Farbe. Wird das

In den Gegenden, wo Eisenerze und Vitriolkiese vorkommen, ist kaum ein Stein ohne Rostflecken zu finden; noch mehr aber da, wo große Gänge und Gebirgslager aus verwittertem Schwefelkies bestehen. Der gelbe Ocker, den starke Mineralquellen so häufig absetzen, rührt wohl größtentheils von der Luftsäure im Mineralwasser her, welche das Eisen, indem das Wasser durch unterirdische eisenhaltige Gebirgslagen fließt, auflöst. Unsere See- und Wiesenerze, die eine schlechte gelbe und gelbbraune Farbe haben, sind ähnlichen Ursprungs. Nach Baumer soll es Ocker geben, die 60 Procent rothbrüchiges Eisen enthalten; unsere Wiesenerze sind nicht so reich und geben gewöhnlich kaltbrüchiges Eisen *). Die gelbgefärbten Eisenocker sind übrigens so allgemein verbreitet, und es giebt so viele Farbennüancen, daß man sie nicht aufzählen kann; dennoch sind aber die schönen und feinen Ocker, die unter dem Namen von Kollerfarben, von hellem und braunem Ocker, bekannt sind, nicht häufig. Zu Fahlun kommt gelbe Erde von verwitterten Kiesen vor, woraus man rothe Farbe brennen kann; auch ist sie als gelbe Farbe zum Anstreichen hölzerner Häuser zu gebrauchen, für feine Malereien aber nicht anwendbar.

Die schönsten gelben Ocker zum Malen findet man in England. Bei Oxford kommt unter mehreren abwechselnden Lagen von eisenhaltigem Sandstein und blauem Thon eine 18 Zoll mächtige Schicht von Ocker vor, der theils aus einem feinen brandgelben Thonocker, theils

das Wasser durch Erhitzung entfernt, so tritt das Oxyd mit seiner eigenthümlichen rothen Farbe hervor. Dem basischen schwefelsauren Eisenoxydhydrat wird die gelbe Farbe durch Kochen mit ätzenden Alkalien nicht eher genommen, als bis die völlige Zersetzung des Salzes, nämlich die Abscheidung der Schwefelsäure, geschehen ist, wozu aber ein sehr lange anhaltendes Sieden und eine große Menge von Etzlauge erfordert wird

*) Bekanntlich enthalten die Wiesenerze Phosphorsäure und die gelben Eisenocker Schwefelsäure. Letztere sind ohne Zweifel Gemenge von basischem schwefelsaurem Eisenoxydhydrat und von Eisenoxydhydrat in unbestimmten Verhältnissen.

theils aus einem etwas helleren sogenannten Steinocker besteht, der zwar von derselben Beschaffenheit aber etwas verhärtet ist. Dieser Thon braust nicht mit Scheidewasser, wird in einer mäßigen Hitze hart und röthlichbraun, schmelzt nicht in der stärksten Weißglühhitze, sondern wird schwarzbraun, schwindet sehr stark und wird dann vom Magnet gezogen. Der Steinocker knistert im Feuer wie Salz, und schmelzt mit Borax vor dem Blaserohr durchaus nicht. Der Eisengehalt ist also nicht immer ein Beförderungsmiteel zum Schmelzen, wie man gewöhnlich glaubt. — Alle gelben Ocker, die ich untersucht habe, bestanden aus Thon (der nach seinen verschiedenen Graden der Reinheit mehr oder weniger feuerbeständig war) und aus Eisenkalk; Kalk habe ich noch nie in einem gelben Ocker gefunden. Alle schwedischen gelben und braunen Wiesenerze enthalten Thon von leichtflüssiger Art.

1. Neapelgelb vom Vesuv ist eine lockere, rauh anzufühlende poröse Stein- oder Erdart, die sich vom gewöhnlichen Ocker dadurch unterscheidet, daß sie ihre gelbe Farbe in der stärksten Schmelzhitze behält, also ein vulkanisches Produkt, oder eine gelbe bimmsteinartige Lava zu seyn scheint, deren Farbe sich durch ein mehrjähriges Liegen in der Erde verbessert haben mag. Daß sie wirklich Eisen enthält, giebt sich durch das schöne Berlinerblau zu erkennen, welches sich niederschlägt, wenn man die Erde pulvert, mit Vitriolsäure digerirt, die Auflösung mit Wasser verdünnt und mit Blutlauge versetzt. Daß aus dem Eisen eine solche gelbe Farbe durch die Wirkung des Feuers dargestellt werden kann, sieht man im Danemorer Bergrevier an einigen Erzen, welche bei einem zu starken Erzsatz im Hohenofen, nicht allein grüne, sondern auch schwefelgelbe, schwere und dichte, steinartige Schlacken geben, die ihre Farbe aber zum Theil wohl von dem in den Erzen befindlichen Bleiglanz erhalten. Eben so kommt zu Lössa in Roslagen

ein

ein grauer Thon vor, der durch Brennen gelbe, den holländischen Klinkern ähnliche Ziegel giebt. — Eine andere gelbe Farbe, deren sich die Emaillirer und die Töpfer unter dem Namen Neapelgelb bedienen, und welche eine ziemlich feuerbeständige citronengelbe Farbe giebt, wird künstlich aus dem weißen Spiesglanzkalk (Antim. diaphoreticum), Alaun und Salmiak dadurch bereitet, daß man diese Substanzen zusammen kalcinirt.

2. Ein anderer thonartiger so genannter italienischer gelber Ocker giebt eine schöne gelbe Farbe, die im Feuer, wie gewöhnlich, hochroth wird. Wenn man diesen Ocker nach Montamie mit doppelt so viel Kochsalz reibt und in ein feuerfestes Gefäß bringt, welches man wohl verschlossen der stärksten Cementirhitze aussetzt, so reducirt sich das Eisen zu kleinen Körnern und die übrigbleibende Erde erhält eine lichtgelbe Farbe.

3. Gilbe oder Guhr ist wirklicher Eisenocker, der wahrscheinlich aus verwittertem Kies zusammengeschlämmt worden ist. Die daraus bestehenden Ausfüllungen der Klüfte in den Silbergruben enthalten oft Silber, weshalb mehrere Mineralogen diese Guhr zu den Silbererzen rechnen.

4. Der gelbe Galmey aus Ungarn und von Achen ist sehr eisenhaltig und scheint auch durch Eisen gefärbt zu seyn. Es giebt indeß auch Zinkerze in verglaster Gestalt, die eine gelbe und gelblichgrüne Farbe haben, ohne daß sie eine Spur von Eisen enthalten.

Es scheint zwar, daß die gelbe Farbe der Fossilien immer auf einen Eisengehalt hindeutet; weil indeß auch andere Metalle, nämlich Spiesglanz, Wismuth, Blei, Silber und Zink gelbe Farben hervorbringen können, so läßt sich ohne vorhergegangene

Ver-

Versuche nicht mit Gewißheit bestimmen, ob die gelbe Farbe vom Eisen, oder von einem anderen Metall herrührt *).

§. 198. Von der Zubereitung der gelben Farben aus Eisen.

Weil der gelbe Ocker so häufig in der Natur vorkommt und daher sehr leicht zu erhalten ist, so hat man sich mit der künstlichen Zubereitung dieser Eisenfarbe noch nicht sehr abgegeben, sondern die natürlichen Ocker nur durch Schlämmen von den anhängenden Steinen, Geschieben, Sand u. s. f. zu befreien und für die Maler brauchbar zu machen gesucht. Die Schlämmarbeit selbst ist sehr bekannt; man weicht den Ocker unter beständigem Zufließen von Wasser in großen hölzernen Sümpfen auf, rührt die Flüssigkeit fleißig durch, läßt die gröberen Theile sich zu Boden setzen, zapft die Trübe ab und fängt sie in besonderen Schlammsümpfen, welche mit mehreren Zapfenlöchern versehen sind, auf. Sobald ein solcher Schlammsumpf voll ist und der feine Ocker sich zu Boden gesetzt hat, wird das erste Zapfenloch gezogen, um das oberste klare Wasser abfließen zu lassen; nach Verlauf von einigen Stunden hat sich das Wasser schon so geklärt, daß man das zweite, dann das dritte Zapfenloch u. s. f. ziehen kann, bis man endlich auf den gelben Schlamm selbst kommt, der 18 bis 24 Zoll hoch liegt und ungerührt so lange liegen bleiben muß, bis er die Consistenz eines weichen Thones angenommen hat, worauf man ihn ausschlägt und in jeder beliebigen Form an der Luft trocknen läßt. Fließendes Wasser ist bei einer solchen Schlämmerei die Hauptsache. Künstlichere Schlämmmethoden gehören nicht hierher.

Durch

*) Der Eisenkiesel stellt nach Bucholz eine natürliche chemische Verbindung der Kieselerde mit Eisenoxydhydrat dar, welche in 6seitigen Säulen krystallisirt. Auch verdankt das schönste gelbe Fossil — der Topas — dem Eisen seine Farbe.

Durch langsames Brennen im Kalcinirofen läßt sich diese gelbe Farbe sehr verändern und bis zur rothen Farbe erhöhen. Wenn sie für den Maler brauchbar seyn soll, so muß sie nichts Salzartiges enthalten und sich sowohl mit Leimwasser als mit Oel leicht anreiben lassen, ohne durch das letztere die Farbe zu verändern. In Schweden sind diese reinen Ocker viel seltener, als in anderen Ländern, vorzüglich in England. Es wäre indeß der Mühe werth zu untersuchen, wie sich die feinen Ocker, welche von den Mineralwässern so häufig abgesetzt werden, zu Farbenerde verarbeiten lassen würden. Von den künstlich bereiteten gelben Eisenfarben führe ich folgende an:

a. Der Schmand aus den Kühlfässern auf den Alaunhütten, den man, so wie er ist, ohne ihn vorher roth zu brennen, zum Anstreichen der Gebäude benutzen kann. Er hat eine schwefelgelbe Farbe. Soll er zur Oelfarbe angewendet werden, so muß man ihn durch Kochen mit Wasser vorher von allem Salz reinigen.

b. Feinere gelbe Farben muß man absichtlich durch Auflösen des Eisens in Säuren und durch Niederschlagen mit alkalischen Salzen (§. 234.) bereiten. Wir werden in der nächsten Abtheilung sehen, daß das Eisen zwar gewöhnlich als ein gelber Ocker niederfällt, daß die Schattirungen und die Höhe der Farbe aber nach der Verschiedenheit der Auflösungs- und Niederschlagungsmittel, je nachdem das Eisen nämlich mehr oder weniger Phlogiston behalten kann, sehr verschieden sind. Eine hohe und schöne brandgelbe Farbe erhielt ich, als ich Eisensafran in Salzgeist auflöste und die Auflösung durch Pottasche zersetzte; der Niederschlag war nach dem Aussüßen auch zum Malen sehr anwendbar.

c. Aus der Auflösung in Essig schlägt sich das Eisen mit der Zeit selbst als ein gelblichbrauner umbraartiger Ocker nieder. Aus den Auflösungen in Scheidewasser und Vitriolsäure wird das Eisen dagegen mit einer mehr

oder weniger dunkel- oder hellgelben Farbe gefällt, je nachdem die Säure mehr oder weniger gesättiget war.

d. Eine der schönsten brandgelben Eisenfarben erhielt ich aus der Auflösung des Eisens in Vitriolsäure, welche mit etwas Queckſilberauflösung in Salpetersäure versetzt und dann durch ungereinigte Soda niedergeschlagen ward. Der Ocker war zwar anfänglich grün, nach dem Aussüßen und sehr gelinden Ausglühen auf einem Scherben unter der Muffel erhielt er aber eine schöne Feuerfarbe, wie Königsgelb.

e. In größerer Menge erhält man einen sehr feinen hellgelben Ocker, wenn man in eine mit 10mal so viel Wasser verdünnte Auflösung des Eisens in mit Salmiak gesättigtem Scheidewasser, oder in Königswasser, so viel Alaun hineinthut, als sich darin auflösen kann, und die Auflösung dann durch reines Alkali, am besten durch Soda, zersetzt. Wenn kein Aufbrausen mehr erfolgt, wird filtrirt und der im Filtro zurückbleibende Schlamm ausgesüßt. Die Alaunerde, die zugleich mit niederfällt, hilft die Quantität des gelben Eisenockers vermehren, wodurch eine sehr feine, unveränderliche, hellgelbe Farbe erhalten wird, die zu feineren Malereien eben nicht zu kostbar ist. Eine schlechtere, aber nicht so theure gelbe Farbe erhält man, wenn man gesiebten gebrannten Kalk mit einer starken Lauge von grünem Vitriol zu einem Brei macht und diesen dann ausbreitet und trocknen läßt. Den gelben Anstrich auf massiven Gebäuden aus aufgelöstem Vitriol kennen alle Maurer.

f. Einen feinen brandgelben Ocker von hoher Farbe erhält man auch durch Verpuffen des Roheisens mit Salpeter.

g. Die schönste schwefelgelbe Farbe entsteht aber, wenn man die Auflösung des Eisenvitriols mit destillirter Zuckersäure zersetzt (§. 239.) Diese Farbe gleicht dem

dem Gummigut, und ist, mit Zuckerwasser angerieben, zu feineren Malereien, so wie auch zu Firnissen in der Oelmalerei anwendbar.

§. 199. Von der gelben Eisenfarbe auf Glas und Emaille.

Aus dem, was oben über die natürlichen, durch Feuer entstandenen gelben Eisenfarben, z. B. vom Neapelgelb vom Vesuv, von der schwefelgelben Schlacke aus den Danemorer Erzen, von dem grauen Thon, der durch Brennen gelb wird und in der Schmelzhitze eine gelbe Schlacke giebt u. s. f., gesagt worden ist, sollte man vermuthen, daß sich gelbe Gläser bloß durch einen Zusatz von Eisen darstellen ließen. In den Vorschriften zu gelben Farben, welche Kunkel in seiner Abhandlung über die holländische Glasirkunst gegeben hat, macht das Eisen als Krokus, als Schmiedeschlacke, Rost, Schleifsteinmehl u. s. f. stets einen Bestandtheil aus; weil aber auch zugleich Zusätze von Spiesglanz statt finden, die schon für sich allein ein gelbes Glas geben, so kann man dem Eisen allein die färbende Kraft nicht zuschreiben. Bei einer einzigen Vorschrift ist der Zusatz von Spiesglanz weggelassen, und diese besteht aus 16 Kieselmehl, 1 Eisenfeilspan und 24 Glätte dem Maaß nach. Statt der Feilspäne kann man auch reinen Schmiedesinter, oder Glühspan anwenden. Durch das Zusammenschmelzen jener Substanzen, welches auf die gewöhnliche Art geschieht, soll man ein gelbes Glas zum Glasiren gröberer irdener Geschirre erhalten. Die Glätte giebt freilich für sich allein schon ein gelbes Glas, allein die gelbe Farbe wird durch das Eisen erhöhet, obgleich dasselbe allein ohne Glätte keine gelbe Farbe geben wird.

Die angeführten Beispiele vom vesuvianischen Neapelgelb und von den Thonarten, die beim Verschlacken

gelb

gelb werden, sollten wohl zu der Vermuthung führen, daß man gelbe Gläser ohne einen Bleizusatz darstellen könnte; allein ich hatte nicht Gelegenheit, jene Substanzen auf Blei zu untersuchen. Die gelben Eisenschlacken aus Danemorer Erzen hielten dagegen nach meinen Versuchen etwa $\frac{1}{2}$ Procent Blei, 2 Procent Eisen und nicht wenig Mangan, welches Hjelm, nebst Eisen, auch in jenem Thon gefunden hat.

Nach meinen Erfahrungen gab der aus der Auflösung des Eisens in Salpetersäure niedergeschlagene, und dann mit Kochsalz kalcinirte gelbe Eisenkalk, bei einem gewissen Hitzgrade, eine recht schöne brandgelbe Farbe, die aber durch einen Zusatz von leichtflüssigem Glase, von Borax und Salpeter roth ward. Ein schmutziggelber italienischer Ocker, dessen Grundlage Mergel oder Thon ist, der etwas mit Säuren aufbraust, ward durch gewöhnliches Brennen roth; als ich ihn aber mit 2mal so viel Kochsalz in einer starken Hitze zum Schmelzen brachte, reducirte sich das Eisen zum Theil in kleinen Körnern, und das Erdartige war zu einem hellgelben Glase geschmolzen. Beim Emailliren ist die gelbe Farbe aus Eisen nicht anwendbar, weil man zu den Flüssen kein Bleiglas nehmen darf. Aus Spiesglanz, aus Silber und aus Wismuth lassen sich viel schönere gelbe Farben bereiten *). Ein bis zur dunkelrothen Farbe kalcinirter Eisensafran, der mit fixem Salmiak niedergeschlagen und eingekocht, dann aber mit einem gewöhnlichen Töpferglasfluß aus Bleiglas und Kieselmehl versetzt worden war, gab auf gebranntem Thon eine röthliche Glasur mit hochgelben Flecken. Derselbe Kalk mit 12mal so viel Fluß, aus 4 Kieselmehl, 2 Pottasche, 1 Salpeter und $\frac{1}{3}$ Borax bestehend, geschmolzen, gab ein ganz klares farbenloses Glas. Ein anderer Eisenkalk aus kalci-

*) Man bedient sich des Zusatzes des Eisenoxyds zu den Spiesglas-, Blei-, Zinnkalken u. s. f. in den Fällen, wenn man eine safrangelbe Farbe darstellen will.

kalcinirten Feilspänen mit 12mal so viel von demselben Glasfluß zusammengeschmolzen, gab ein olivenfarbenes oder grünlichgelbes Glas. Wenn man also eine gelbe Farbe aus Eisen darstellen will, so muß das Bleiglas vorwalten, und die Hitze darf nicht stärker als in einem gewöhnlichen Töpferofen seyn. Die Töpfer bedienen sich zu ihren schlechteren gelben Farben bloß des feinen Schmiedesinters, den sie mit Bleiasche vermengen.

§. 200. Von der gelben Eisenfarbe in den Färbereien.

Die gelbe Eisenfarbe würde besonders beim Färben der Leinewand wegen ihrer großen Dauerhaftigkeit, indem sie weder durch Waschen ausgeht, noch durch die Sonne verbleicht, sehr nützlich sey, wenn man nur ein Mittel wüßte, der Rostfarbe ein so schönes Ansehen als den Färbestoffen aus dem Pflanzenreich zu geben. Das Verfahren beim Färben der Baumwolle und der Leinwand will ich aus Scheffers Vorlesungen hier mittheilen.

Zuerst wird das Zeug $\frac{1}{2}$ Stunde lang mit Seifenwasser gekocht und ausgedrückt, dann bleibt es 12 Stunden in einer kalten Vitriolauflösung liegen, wird aufgehängt, getrocknet, im Wasser gespühlt und so lange in einer Lauge aus gebranntem Kalk gekocht, bis es gelb geworden ist, wozu etwa 15 Minuten nöthig sind, worauf es heraus genommen und ausgedrückt, alsdann aber wieder in eine Vitriolauflösung gelegt wird, worin es so lange liegen bleibt, bis es ganz grün geworden ist. Das Spühlen, Aufhängen und Trocknen macht den Beschluß.

Die Farbe hat zwar, so wie die gewöhnlichen Rostflecken auf Leinwand, kein schönes Ansehen, aber sie widersteht den Einwirkungen der Säure, der Sonnenstrahlen und der Waschlauge. — Leinwand, die ich

ver-

versuchsweise mit einer Auflösung des Eisens in Essig färbte, erhielt eine schmutzige Farbe, und ward schwarz, als ich sie in ein warmes Galläpfeldekokt mit Essig legte. Durch Waschen mit Seifenwasser ward die schwarze Farbe dunkelviolett, und alsdann in Pottaschenlauge gespühlt ziemlich schön kaffeebraun.

Die gelbe Farbe wird vorzüglich beim Kattundrucken gebraucht; die Verfahrungsart ist mir aber nicht bekannt. Nur so viel weiß ich aus meinen Versuchen, daß man eine schöne brandgelbe Farbe erhält, die weder an der Sonne noch durch Waschen ausgeht, wenn man Leinwand oder Nesseltuch ohne vorhergegangenes Beizen mit einer Auflösung von Eisenvitriol in Wasser, die durch einen Zusatz von arabischem Gummi die Consistenz des Druckerfirnisses erhalten hat, bedruckt, und die bedruckten Zeuge nachher trocknet und in Seifensiederlauge wäscht, die durch einen Zusatz von gebranntem Kalk noch etzender gemacht ist. Wahrscheinlich besteht der Grundbestandtheil von den mehrsten, wenn nicht von allen Kattundruckerfarben aus Eisen *).

§. 201. Von der natürlichen blauen Eisenfarbe.

Obgleich die blaue Farbe des Eisens nicht so häufig vorkommt, als die rothe und die gelbe, so findet man sie doch in mehreren Erd- und Steinarten.

1. Blauer Eisenocker oder Berlinerblau. Er kommt gewöhnlich im Thon vor, wie in Finnland, Schonen, Upland, zu Weißenfels in Sachsen.

2. In einem braunen Torf aus Finnland und Borgo Län habe ich viele kleine dunkelblaue Nester von Eisenocker gefunden; auch in dem Thon, der bei Enköping aus dem Seeboden gebaggert wird, findet sich stellenweise

*) Zur Nankinfärberei auf baumwollenen Zeugen bedient man sich jetzt des essigsauren Eisens. Vergl. Hausmanns Bemerkungen über das Färben mit Stahls Kali-Eisenoxyd in Scherer's chem. Journ. B. IV. 576-583.

weise eine solche blaue Eisenerde als Ausfüllung der Höhlungen, welche durch Verfaulen von Pflanzenstoffen entstanden sind. Die im Thon befindliche Vitriolsäure hat das Eisen wahrscheinlich in diese Höhlungen geführt, und es ist alsdann durch animalisches Alkali, in Gemeinschaft mit der Fettigkeit der verfaulten Pflanzen, ein blauer Ockerniederschlag, etwa wie beim Erlangerblau, erfolgt.

3. Die bekannte hessische blaue Eisenerde ist ein dunkelgrauer eisenschüssiger Thon mit blauen Flecken. Vor dem Löthrohr brennt er sich dunkelbraun und wird dann stark vom Magnet gezogen, welches im ungebrannten Zustande nicht der Fall ist. In stärkerer Hitze schmelzt er leicht zu einer porösen schwarzen Schlacke. Er braust nicht mit Scheidewasser, löst sich aber bei einer gelinden Wärme darin größtentheils mit einer gelben Farbe auf.

Sage erwähnt in seinen Anfangsgründen der Mineralogie eines natürlichen Berlinerblau aus Schottland, welches sich ganz und gar in Salpetersäure auflösen und eine braune Eisenerde zurücklassen soll. Dies geschieht auch in einer alkalischen Lauge, wobei die blaue Farbe verloren geht. Durch Sublimation mit Salmiak erhält man gelbe und mit Galläpfeln schwarze Blumen, durch die Destillation aber ein flüchtiges Alkali und einen schwarzen Rückstand, der durch Kalciniren roth wird. Ein ähnliches Fossil soll auch zu Peutnitz in Schlesien in einem Lager unter der Dammerde in einer sumpfigen Gegend vorkommen.

4. Ich besitze schöne blaue Eisenerde von Irkutsch am Baykalsee, welche das Ansehen von blauer Stärke hat, und dabei locker ist und abfärbt, so daß man sie mit allem Recht natürliches Berlinerblau nennen kann. Roh und halbgebrannt oder geschmolzen wird sie vom Magnet nicht gezogen, wohl aber, wenn man sie in der heftigsten Hitze vor dem Löthrohr auf Kohle verschlackt, wobei sie leicht zu einem runden spröden Korn mit einer

weißen metallischglänzenden Oberfläche schmelzt, die das Ansehen von Eisen, oder richtiger von Rohstein hat. Scheidewasser und Salzsäure lösen diese blaue Eisenerde in der Wärme leicht und unter Aufbrausen auf; die Auflösung hat eine gelbe Farbe wie vom gewöhnlichen Eisenkalk, wodurch sich diese Erde von dem künstlichen Berlinerblau, die von Mineralsäuren nicht aufgelöst wird, sondern dadurch eine höhere Farbe erhält, unterscheidet. Aus beiden Auflösungen schlägt Blutlauge nach der gehörigen Verdünnung Berlinerblau nieder, so daß die Gegenwart des Eisens unbezweifelt ist *).

5. Unter den Steinen verdient der schöne Lasurstein die erste Stelle. Er ward lange zu den Kupfererzen gerechnet, weil man glaubte, er sey durch Kupfer gefärbt, bis Macquer darthat, daß er außer dem Eisen gar kein Metall enthalte. Von den anderen blauen Erdarten unterscheidet sich dieses Fossil dadurch, daß es in einer gelinden Glühhitze seine schöne blaue Farbe behält. Die übrigen Bestandtheile sind Kalk, Flußspath und Quarz. Mit Säuren macht er eine Gallerte wie Zeolith. Nach Cronstedt hält er zufällig Gold und Silber, ohne daß indeß eins von diesen Metallen Ursache seiner Färbung wäre **).

6. Hellblaue und bläuliche Eisenerze, und die schönen, mit hochblauer und violetter Farbe angelaufenen, reichen Eisenerze von Grangerde kommen in Schweden nicht selten vor; weil die Farbe aber nur auf der Oberfläche angelaufen ist, und beim Zerschlagen fortgeht, so gehören diese Fossilien nicht eigentlich hierher.

7. Daß

*) Alle diese natürlichen blauen Eisenerden sind eine Verbindung von Eisenoxydul mit Phosphorsäure (Klaproth's Beiträge IV. 122.) und werden daher mit Unrecht natürliches Berlinerblau genannt.

**) Er enthält nach Klaproth (Beiträge I. 196.) nur 3 Procent Eisenoxyd und kein anderes Metalloxyd, durch welches er gefärbt seyn könnte.

7. Daß die blauen Quarze und Kieselarten und die ächten Saphire ihre Farbe auch vom Eisen erhalten haben, will ich zwar nicht geradezu behaupten, indeß läßt sich aus dem Verhalten des Lasursteins wohl schließen, daß die ächte blaue Farbe der Saphire eher vom Eisen, als vom Kupfer herrührt *).

8. Blauer Kalk kommt im Kirchspiel Lena, 2 Meilen von Upsala, in einem grobkörnigen Marmorbruch vor. Der Marmor ist durch eingesprengten Schörl grün gefleckt, wird aber durch Brennen im Kalkofen schwarz, und einzelne kleine Blöcke erhalten durch das Brennen eine ziemlich schöne blaue smaltartige Farbe. In dem schwarzen sowohl als in dem blauen Kalk findet man Eisen und etwas Braunstein, der vielleicht die blaue Färbung mit bewirkt. Flötzkalk mit blauen Eisenadern bricht zu Garphytta, oder zwischen dem Alaunschiefer zu Latorp in Nerike u. s. f. Auch in Italien und an den genuesischen Küsten bricht blauer durch Eisen gefärbter Marmor, den die Franzosen bleu turquin nennen.

9. Der blaue Steinmergel von Westra Silfberg fühlt sich fettig an, löst sich aber nicht im Wasser auf, sondern verhält sich fast wie Pomade, giebt bei der Destillation reine Schwefel- oder Vitriolsäure und wird dann etwas vom Magnet gezogen. Er ist sehr feuerbeständig und giebt mit Borax ein klares ungefärbtes Glas; mit gewöhnlichem Eisenfluß $\frac{3}{4}$ Stunden lang vor dem Gebläse gehalten, erhielt ich 13 Procent Eisen und ein pechschwarzes Glas, ferner 4 Procent Blei und sichere Anzeigen auf Zink.

§. 202.

*) Außer 1 Procent Eisenoxyd fand Klaproth (B. I. 88.) darin gar keine Spur von einem anderen Metalloxyd. — Auch der Cyanit verdankt seine schöne himmelblaue Farbe dem Eisenoxyd, wovon er nach Laugier (Gehlen's Journ. d. Ch. u. Phys. IV. 535.) 2, 75 Procent enthält.

§. 202. Von der Bereitung der blauen Eisenfarben.

I. Berlinerblau.

Diese bekannte schöne blaue Farbe soll um das Jahr 1710 von **Dippel** in Berlin zufällig erfunden seyn. Man hielt die Bereitungsart lange geheim, jetzt findet man sie aber in allen chemischen Lehrbüchern beschrieben, weshalb ich darauf verweisen könnte. Weil dies Produkt indeß auch einige Aufschlüsse über die Eigenschaften des Eisens geben kann, so will ich die oft geprüfte Bereitungsart in der Kürze, so wie **Baumé** sie in seiner Experimentalchemie angiebt, mittheilen.

Der ganze Proceß besteht eigentlich in der Zubereitung einer etwas Phlogiston (vorzüglich aus dem Thierreich) enthaltenden Lauge, und einer Auflösung des Eisens in Vitriolsäure. Die phlogistisirte alkalische Lauge wird auf folgende Art bereitet: Man vermengt gleiche Theile weißen Weinstein und geläuterten Salpeter, trägt sie nach und nach in einen glühenden Tiegel, läßt sie erst verpuffen und verstärkt die Hitze dann so sehr, daß die ganze Masse in einen dünnen Fluß kommt, worauf man sie auf einen reinen erwärmten Reibstein ausgießt, zerpulvert und mit gleichen Theilen, z. B. 1 Pfund kaustischem Weinsteinsalz mit 1 Pfund getrocknetem und fein geriebenem Blut vermengt. Dies Gemenge wird in einem geräumigen Tiegel unter beständigem Umrühren bei einem schwachen Hitzgrade so lange kalcinirt, bis Flamme und Dampf fast gänzlich aufhören, worauf die Hitze schnell verstärkt wird, so daß eine bläuliche Flamme beim lichtrothen Glühen zum Vorschein kommt, und die Masse in einen halbgeschmolzenen Zustand, dem weichen Wachs ähnlich, übergeht. Alsdann nimmt man die Tiegel aus dem Feuer, läßt sie bedeckt erkalten und schüttet die noch warme Masse in ein glasirtes steinernes Gefäß, welches 5 bis 6 Quart Wasser enthält.

Die gut umgerührte Flüssigkeit wird durchgeseihet und der schwarze Rückstand noch mit 1 Paar Quart Wasser ausgelaugt. Diese letzte schwächere Lauge wird der ersten zugesetzt, und dann ist die phlogistisirte Lauge, die man gewöhnlich Blutlauge nennt, fertig *).

Zur Bereitung der Eisenauflösung nimmt man zu der eben angegebenen Quantität Lauge 6 Unzen reinen grünen Eisenvitriol und 6 Unzen römischen Alaun, die in der dazu erforderlichen Menge von warmem Wasser aufgelöst werden, worauf man die Auflösung filtrirt, und ihr, damit sich der Eisenocker nicht niederschlägt, 20 bis 30 Tropfen Vitriolsäure zusetzt. Zu dieser klaren Auflösung gießt man die vorhin gedachte Lauge (zuerst in geringen Quantitäten, um das starke Aufbrausen zu verhindern), rührt die Mischung sorgfältig um, oder gießt sie aus einem Gefäß in das andere, und sondert den entstehenden bläulichgrünen Niederschlag durch ein Filtrum ab. Nachdem die klare Flüssigkeit abgelaufen ist, bringt man den grünen Niederschlag in ein irdenes Gefäß, und gießt unter beständigem Umrühren 2 bis 3 Unzen Salzgeist zu, wodurch der Niederschlag sogleich eine hochblaue Farbe erhält, aber durch öfteres Zugießen von reinem heißem Wasser sehr sorgfältig abgewaschen und ausgesüßt werden muß, damit keine Säure zurückbleibt. Alsdann wird er getrocknet und ist eine verkäufliche Waare, oder so genanntes Berlinerblau. Aus einer anderen Mischung von 5 Loth trocknem Blut, 5 Loth Weinsteinsalz, 5 Loth Alaun und 3 Loth Vitriol, erhielt ich 2 Loth sehr dunkles schönes Berlinerblau. Nach Scheffer soll man mehr Berlinerblau erhalten, wenn man statt des Weinsteinsalzes gewöhnliches alikantisches Sodasalz nimmt, welches schon für sich allein etwas Eisen mit

*) Vergl. Demachy's Laborant im Großen II. 261., Weber's bekannte und unbekannte Fabriken und Künste St. 9. und Ittners Versuche über die Blausäure.

mit einer blauen Farbe aus der Vitriolauflösung niederschlägt *).

Die Seifensieder bereiten ihre kaustische Lauge aus Sodasalz von Alikante mit $\frac{1}{3}$ frischgebranntem ungelöschtem Kalk, durch Kochen in einem eisernen Grapen mit einer hinreichenden Menge Wasser, welches so stark eingekocht wird, daß eine Flasche, die 8 Loth Wasser enthält, 11 Loth wiegt. Diese Lauge hat aus den kohligen Bestandtheilen der Soda so viel Brennbares aufgenommen, daß sie das Eisen aus dem Vitriol ebenfalls als eine Art von Berlinerblau, obgleich mit einer schlechteren Farbe, niederschlägt.

Daß der Niederschlag erst grün erscheint, kommt von dem Alkali her, welches noch nicht hinlänglich mit dem

*) Zur Bereitung des Berlinerblau im Großen wendet man die kohligen Rückstände thierischer Substanzen, besonders von Horn und Klauen an, aus denen man vorher durch Destillation aus großen eisernen Gefäßen das Ammoniak gewonnen hat. Diese thierische Kohle wird, mit Pottasche gemengt, in verschlossenen Tiegeln in Flammöfen fast bis zur Weißglühhitze gebrannt, und giebt dann beim Ausstürzen der Tiegel in Wasser die so genannte Blutlauge, eine sehr zusammengesetzte, aus kohlensaurem Kali, reinem blausauren Kali, blausaurem Eisenkali (Blutlaugensalz), schwefelsaurem Kali, phosphorsaurem Kalk ꝛc. bestehende Flüssigkeit. Weil die Lauge in diesem Zustand unbrauchbar ist, so stürzt man die Tiegel in eine vorher bereitete frische Auflösung von Eisenvitriol, wodurch blausaures Eisen entsteht, welches durch Filtriren in leinenen Beuteln von der Flüssigkeit, welche die nicht blausauren Salze enthält, geschieden wird. Das viele freie Kali in der Lauge würde aber einen großen Theil des Eisens aus dem Vitriol als Oxyd niederschlagen und das blausaure Eisen verunreinigen. Um dies zu vermeiden wird Alaun zugesetzt, dessen Säure das Kali aufnimmt. Die dadurch zugleich mit dem blausauren Eisen niederfallende Thonerde macht zwar das Berlinerblau bleicher, allein der Thonerdegehalt ist zum Gebrauch in der Färberei ꝛc. unschädlich, und er giebt dem Niederschlage mehr Substanz, so daß er nicht durchs Filtrum geht. Von Thonerde freies Berlinerblau (sogenanntes Pariserblau) muß aus Laugen gemacht werden, die kein freies Kali enthalten, weshalb man dazu das sogenannte Blutlaugensalz anwenden muß. Um letzteres zu bereiten, wird der erste blausaure Eisenniederschlag noch einmal mit frischer Blutlauge in besonderen großen eisernen Gefäßen digerirt, die erhaltene Flüssigkeit filtrirt und durch Krystallisiren das darin enthaltene Blutlaugensalz abgeschieden.

dem Brennbaren aus dem Blut gesättiget ist. Um das zu vermeiden, muß man das Alkali mit dem Blut in einer stärkeren Hitze zusammenschmelzen, oder die Säure in der Vitriolauflösung vorwalten lassen, weshalb man statt des Salzgeistes auch Vitriolsäure anwenden kann, um die gelbe Farbe wegzunehmen und die blaue zu erhöhen. Daß die Soda wirklich etwas Berlinerblau enthält, ergiebt sich daraus, daß der Essig, mit dem die krystallisirte Soda fast bis zur Sättigung übergossen wird, eine schöne blaue Farbe annimmt, welche in der Hitze durch Verdampfung der Säure wieder verschwindet und sich als eine braune Wolke zeigt. — Uebrigens giebt jene Blutlauge mit den Auflösungen des Eisens in allen möglichen Säuren Berlinerblau. Der Zusatz von Alaun hat keinen anderen Zweck, als die Quantität der Farbe durch die sich zugleich mit niederschlagende Alaunerde zu vermehren, obgleich die Farbe, wenn viel Alaun genommen ist, dadurch bleicher wird.

Wenn man die Blutlauge nach und nach mit irgend einer reinen Säure sättiget, und die Flüssigkeit zur Auflösung des Eisenvitriols gießt, so schlägt sich sogleich ein schönes Berlinerblau nieder, dessen Farbe durch einen Zusatz von Säure nicht erst erhöhet werden darf. Will man die Lauge bloß dazu anwenden, sich von der Anwesenheit des Eisens in irgend einer Auflösung zu überzeugen, so ist die Sättigung mit Säure auch nicht nothwendig, weil sich das Eisen sogleich durch die blaue Farbe zu erkennen giebt, wenn die Auflösung etwas vorwaltende Säure hat (§. 176.) *).

II. Er-

*) Das Blutlaugensalz enthält (nach Proust 0,30 bis 0,31) blausaures Eisenoxydul als wesentlichen Bestandtheil, weshalb es durch den Zusatz von Säuren einen blauen Niederschlag giebt. Dieses Zusatzes von Säure zum Blutlaugensalz, oder der vorwaltenden Säure in einer Auflösung bedarf es aber nicht, um in letzterer das Eisen aufzufinden, weil auch die völlig neutrale Auflösung entweder sogleich (wenn sie Eisenoxyd enthält) oder nach kurzer Zeit (wenn sie das Eisen bloß als Oxydul enthält) einen blauen Nie-

der-

II. Erlangerblau.

Eine schlechtere Sorte von blauer Farbe, das so genannte Erlangerblau, erhält man, wenn man alikantische Soda mit dem dritten Theil reinem Ruß, statt des getrockneten Blutes, im Tiegel schmelzt, und dann auf die vorhin erwähnte Art auslaugt und filtrirt. Die phlogistisirte grünliche Lauge, welche dadurch entsteht, schlägt das Eisen aus dem Vitriol blau nieder, allein der Niederschlag ist nicht so stark und hat auch nicht die schöne hohe Farbe, als mit Blutlauge. Wird die Lauge durch Zusammenschmelzen der Pottasche mit Kohlenstaub gemacht, so wird das Eisen schwarz niedergeschlagen *).

Das Probiren der Eisenerze auf dem nassen Wege durch Blutlauge wird weiter unten (§. 225.) vorkommen. Das Berlinerblau widersteht den Wirkungen der stärksten Vitriol- und Salzsäure und wird durch sie nicht zersetzt. Die Alkalien zerstören diese blaue Farbe aber, indem sie das Brennbare, welches eigentlich die Farbe hervorbringt, auflösen und das Eisen mit der Alaunerde mit einer braunen Farbe zurücklassen. Auf diese Art läßt sich daher die Blutlauge am besten ohne Zusatz von Blut darstellen, wie wir weiter unten beim Probiren der Eisenerze sehen werden (man vergleiche den Artikel Berlinerblau in Macquer's chemischem Wörterbuch).

Alle Versuche deuten darauf hin, daß die blaue Farbe durch die Verbindung des Eisens mit dem Brennbaren

derschlag giebt. Es geht hieraus hervor, daß es sogar nachtheilig ist und zu Irrthümern Anlaß giebt, wenn man das Blutlaugensalz mit einer Säure versetzt, oder die zu prüfende Auflösung mit Säure übersättigt, weil alsdann in jedem Fall ein blauer Niederschlag aus der Lauge erfolgen und man über den Eisengehalt der Auflösung ungewiß bleiben würde. Nimmt man aber gewöhnliche Blutlauge, die immer sehr viel freies Kali enthält, so muß allerdings etwas Säure vorwalten.

*) Auch die Coaks geben, durch Kalciniren mit Pottasche in verdeckten Tiegeln, Blausäure, deren Quantität sich nach der Qualität der Coaks richtet, worüber es noch an Erfahrungen fehlt.

baren aus dem Thier-, Pflanzen- oder Mineralreich, beim Niederschlagen entsteht, obgleich ich den Vermuthungen neuerer Chemiker, welche eine animalische Säure in der Blutlauge annehmen, die in Verbindung mit dem Eisen die schöne und beständige Farbe hervorbringt, auch nicht abgeneigt bin *). Daß indeß ein mit dem Brennbaren aus dem Pflanzenreich verbundenes Alkali das Eisen mit blauer Farbe niederschlagen kann, geht schon aus der Bereitungsart des Erlangerblaues, außerdem aber auch aus folgenden Versuchen hervor:

a. Eine starke Seifensiederlauge aus 3 alicantischer Soda und 1 ungelöschtem Kalk schlägt das Eisen aus dem Vitriol mit blauer Farbe nieder, obgleich die Farbe durch das Trocknen an der Luft gewöhnlich rostfarbig wird. Eine Auflösung des Vitriols mit der Hälfte Alaun wird durch jene Lauge mit einer schönen mineralgrünen Farbe niedergeschlagen, die aber beim Trocknen gelblich wird.

b. Koch-

*) Was Scheele so treflich beobachtete (in der Hermbstädt'schen Ausgabe II. 321.), hat Proust (Gehlens Journ. III. 549-597.) völlig bestätigt. Berlinerblau ist eine Verbindung von Blausäure, Eisenoxydul und Eisenoxyd; die Blausäure kann sich mit dem Eisenoxyd nicht verbinden, sondern die Eisenoxydauflösungen werden durch reines blausaures Alkali mit der gewöhnlichen Rostfarbe niedergeschlagen; mit dem Eisenoxydul entsteht durch blausaures Kali aber sogleich das dreifache sogenannte Blutlaugensalz, welches mit Eisenoxydulauflösungen weiße, und mit Eisenoxydauflösungen blaue Niederschläge macht. Die Blutlauge enthält wenig von dem dreifachen (aus Blausäure, Kali und Eisenoxydul bestehenden), aber viel von dem rein blausauren Salz und noch mehr freies Kali; man darf sie nicht abdampfen, ohne das rein blausaure Salz durch einen Zusatz von Eisenoxydul oder von grünem Eisenvitriol gegen die Zersetzung (welche schon in der Siedhitze erfolgt) zu sichern, indem das dreifache Salz in einer viel stärkeren Hitze beständig bleibt und das bekannte Blutlaugensalz in gelben tafelartigen Krystallen bildet. Soll die Lauge bloß auf Berlinerblau benutzt werden, so muß man, um alles Berlinerblau zu erhalten, welches die Lauge zu bilden fähig ist, ein Eisensalz anwenden, dessen Basis wenigstens zum Theil nur oxydulirt ist, weil das rein blausaure Kali in der Lauge sonst kein Blau mit dem in der Auflösung vorhandenen vollkommenen Oxyd geben kann.

b. Kochsalz, schwarzer Fluß, etwas Kohlenstaub und Glasgalle, welche größtentheils aus vitriolisirtem Weinstein bestand, wurden mit Schmiedeschlacke in einer starken Hitze zusammengeschmolzen und die erhaltene schwarze Masse ausgelaugt. Die Lauge ward durch Säuren blau, und schlug das Eisen aus seinen Auflösungen mit einer bläulichgrünen Farbe nieder, welche indeß an der Luft ebenfalls rostfarbig ward. Eben solchen Niederschlag erhielt ich aus einer Lauge von Glasgalle, bloß mit Ruß geschmolzen.

c. Gleiche Wirkungen und gleiche Fehler hat die Lauge aus der für sich allein geschmolzenen schwarzen Soda. Die Lauge aus Pottasche mit Ruß geschmolzen verhält sich ebenfalls so, aber der Rückstand auf dem Filtro giebt nach dem Trocknen eine dunkelblaue, gelbe, unreine Farbe, die aus der durch das Schmelzen gefärbten Asche des Rußes besteht.

d. Die Seifensiederlauge a schlägt das Eisen aus der Auflösung in Essig erst blau nieder, allein auch dieser Niederschlag wird, wie der aus der Vitriolsäure, erst grün und dann rostfarbig.

e. Den sichersten Beweis, daß Eisen ohne Blutlauge blau niedergeschlagen werden kann *), geben das schwarze Kochsalz und das schwarze Glas, welches man bei einigen Eisenproben erhält. Wenn dies eisenhaltige Glas oder Salz nämlich im Wasser aufgelöst und mit etwas Salpetersäure versetzt wird, so erhält man Berlinerblau, welches beim Trocknen nicht gelb wird. — Mehrere andere Beispiele übergehe ich hier.

Scheele hat (Abh. d. Schwed. Akad. f. 1778) einen merkwürdigen Versuch mit einem Stück Molybdän aus einer

*) Hr. R. konnte damals noch nicht wissen, daß sich die Blausäure häufig aus ihren Bestandtheilen bildet und daher durch das Kalciniren aus Substanzen erhalten ward, in denen man sie nicht erwarten konnte.

einer Kupfergrube im Linder Bergrevier angeführt. Beim Glühen im offnen Feuer verflüchtigte es sich nämlich gänzlich zu gelblich weißen Blumen, die sich in siedendem Wasser auflösten (§. 247.). Wenn dieser Auflösung einige Eisenfeilspäne und ein Paar Tropfen Salzsäure zugesetzt wurden, entstand sogleich eine schöne blaue Farbe, die als blaue Tinte gebraucht werden kann. Diese Farbe setzt sich aber nicht zu Boden und vergeht auch nach und nach, besonders wenn man zu viel Eisen oder etwas Scheidewasser genommen hat *).

Bei der Bereitung der schwarzen Tinte wird die Auflösung bekanntlich nach den verschiedenen Verhältnissen erst violett, dann blau und endlich schwarz. Wenn man Eisenauflösung in alten starken Franzbranntwein tröpfelt, entsteht ebenfalls eine blaue Farbe, indem sich das Brennbare des Weingeistes mit den Eisentheilen verbindet. Diese Farbe ist aber nicht beständig, sondern sie verschwindet durch einen zu starken Zusatz von Eisenauflösung. Zu blauer Tinte und zu blauen Zeichnungen habe ich das Berlinerblau am besten gefunden, welches man aus der Auflösung des Eisens in Boraxsäure erhält. Der Niederschlag wird mit warmem Wasser ausgesüßt, und noch feucht mit etwas Zuckerwasser oder arabischem Gummi verdünnt. Eisenhaltiger Braunstein von Daland gab durch Verpuffen mit Salpeter eine hochblau gefärbte Lauge, die sich in einer verschlossenen Flasche mehrere Tage lang hielt, in einem offnen Gefäß aber karmoisinroth ward. Die Farbe blieb einige Zeit, und rührte, wie sich bei genauer Untersuchung fand, vom Mangan her. Die blaue Farbe ließe sich aber zum Theil wohl dem Eisen zuschreiben, vorzüglich weil sie verschwand, sobald sich das Eisen als Ocker abgeschieden hatte.

§. 203.

*) Es ist bekanntlich die Eigenschaft der molybdänigen Säure, schön blau gefärbte Verbindungen zu bilden.

§. 203. Von der Bereitung des Ultramarins aus dem Lasurstein.

Die Bereitung dieser kostbaren Farbe muß ich zum Ruhm des Eisens noch in der Kürze erwähnen; denn obgleich die Verfahrungsart sehr bekannt ist, so fehlt es doch auch nicht an ungereimten und oft nachtheiligen Vorschriften.

Ist man so glücklich, schon hochblau gefärbten und mit wenig Bergart gemengten Lasurstein zu erhalten, so wird keine weitere Zubereitung zur Malerfarbe erfordert, als daß man die schönsten und am mehrsten hochblau gefärbten Stücken aussucht, ganz fein zerpulvert und dann mit dünnem Zuckerwasser auf einem Malerstein von Agat oder Glas bis zur höchsten Feinheit abreibt. Alsdann übergießt man die Farbe einigemal mit kochendem Wasser, um allen Schmutz, alles Klebrige vom Zucker und die weißen Theilchen der Bergart vorsichtig wegzuspühlen. Um die Farbe möglichst rein zu erhalten, wird sie nachher noch mit einer klaren und reinen Pottaschenlauge ausgewaschen, und das Salzartige alsdann wieder durch heißes Wasser fortgeschafft. Die Farbe muß nun so fein seyn, als Puder, und ist in diesem Zustande als Wasserfarbe und zur Oelmalerei zu gebrauchen. — Weil die blaue Farbe aber mehrentheils nur in Kalk- und Zeolitharten eingesprengt vorkommt, so hat man zur Scheidung der Bergarten mehrere Handgriffe erfunden. Eins von diesen Mitteln besteht darin, daß man das ganze Fossil sehr fein zerpulvert, dies Pulver mit einem dünnen Firniß aus Harz und Leinöl noch feiner abreibt und dann in kochendes Wasser bringt, wobei sich die hochblaue Farbe nach vorhergegangenem vorsichtigen Umrühren nach und nach zu Boden setzt, die lichtere Bergart aber im Oelfirniß kleben bleibt und behutsam von der Farbe, welche man mit reinem Wasser wäscht und trocknen läßt, geschieden wird.

Der

Der Lasurstein wird wegen seiner kalk- oder zeolithartigen Natur von allen Säuren aufgelöst. Die nicht selten vorkommende Verfälschung des Ultramarins mit der in Säuren nicht auflöslichen Smalte läßt sich daher sehr bald durch Salpetersäure oder durch eine andere stark. Säure erkennen, und aus demselben Grunde muß man auch bei der Bereitung des Ultramarins keine Säure anwenden. Des destillirten Essigs kann man sich indeß zuweilen mit Vortheil bedienen, weil er die weiße Kalkerde schneller als die blaue Farbe auflöst, und deshalb die letztere erhöhet.

§. 204. Vom blauen Glase aus Eisen.

Weil das Kobalt eine sehr schöne und höchst feuerbeständige blaue Farbe giebt, so scheint es überflüssig zu seyn, auszumitteln: ob sich die Glasflüsse durch Schmelzen mit Eisen und Stahl blau färben lassen. Da indeß:

1. das Kobalt nach den Behauptungen mehrerer Naturforscher eine innige Verbindung von Arsenik und Eisen seyn, und davon auch die blaue Farbe herrühren soll; da ferner

2. Henkel aus Schmalkalder Stahl und aus Eisen durch Cementiren mit Arsenik ein blaues Glas erhalten haben will, und da

3. die Hohenofenschlacken zuweilen ein blau gefärbtes Glas bilden, und da das Bouteillenglas durch Glühen oder Cementiren blau wird, so verdient es wohl untersucht zu werden, ob die Farbe vom Eisen allein herrührt, oder nicht. Was den ersten Punkt betrifft, so ist zuerst durch Brandt und nach ihm durch mehrere Chemiker dargethan worden, daß das Kobalt ein eigenthümliches Halbmetall ist, welches auch ohne alle Beimengung von Arsenik und Eisen eine in der stärksten Hitze beständige blaue Farbe giebt, wogegen alle Eisenfarben flüchtig sind.

Fol-

Folgende Versuche werden einen Aufschluß geben, in wie fern sich die blaue Farbe durch Eisen allein darstellen läßt.

a. Henkel führt an, er habe mit mehreren Chemikern die Ueberzeugung gehabt, daß man ohne Kobalt kein blaues Glas erhalten könne, bis es ihm einmal gelungen sey, mit Eisen ein sehr schönes blaues Glas darzustellen. Er kalcinirte nämlich $\frac{1}{3}$ Quentchen ganz feinen Feilspan von steyermärkischem Stahl 7 bis 8 Minuten lang auf einem Scherben, unter der Muffel eines Probirofens, ohne Umrühren, bis die Purpurfarbe des Feilspans violett geworden war. Ein halber Gran davon ward in einem reinen Glasmörsel mit $\frac{1}{4}$ Quentchen völlig weißem Kiesel und ganz reinem Alkali zusammengerieben, das Gemenge in einen Tiegel gethan und dieser gut bedeckt einer starken Windofenhitze ausgesetzt. Nach dem Erkalten erhielt er ein sehr klares, schönes, saphirfarbenes Glas. Er gesteht, daß ihm der Versuch bei der Wiederholung nicht immer gelungen, sondern daß das Glas zuweilen schwärzlich, zuweilen farbenlos ausgefallen sey, und glaubt, daß die Ursache des Mißlingens darin liege, daß man die zur Schmelzung erforderliche Zeit und den nöthigen Hitzgrad nicht genau bestimmen könne. Ich habe diesen merkwürdigen Versuch zweimal mit der größten Genauigkeit nachgemacht, und erhielt beim ersten Versuch ein chrysolithfarbenes, beim zweiten ein ganz ungefärbtes Glas. Bei genauerer Untersuchung fand ich aber, daß das Glas vom zweiten Versuch unten einen schönen saphirblauen Fleck hatte, und war sehr erfreut, eben so glücklich als Henkel bei seinem ersten Versuch gewesen zu seyn, bis ich fand, daß ein kleines kaum sichtbares Kupferkorn auf dem Boden lag, von welchem sich die blaue Farbe in Strahlen verbreitete. Sollte wohl, aller Vorsicht ungeachtet, beim Feilen des Stahls etwas Messingfeilspan vom Schraubstock, oder von der Feile hinzugekom-

gekommen seyn? und sollte dem aufmerksamen Henkel dies ebenfalls begegnet seyn? Vielleicht kann auch der Braunstein einigen Antheil an der Farbe haben, denn der steyermärkische Stahl wird bekanntlich aus braunsteinhaltigen Erzen, nämlich aus dem Phlinz, geschmolzen, und die violette Farbe desselben könnte in einem gewissen Hitzgrade mit der schmutziggrünen Eisenfarbe wohl eine solche Farbentäuschung hervorbringen.

b. Nach Henkel soll der Eisenfeilspan auch dann ein blaues Glas geben, wenn er vorher in verschlossenen Gefäßen langsam mit Arsenik kalcinirt worden ist. Ich habe den Versuch mit mancherlei Abänderungen wiederholt, aber immer nur ein Rauchtopasähnliches Glas erhalten. Auf Emaille gab dies arsenikhaltige Eisen eine dunkelbraune Farbe. Aus Eisenmohr (§. 181.) mit Arsenik kalcinirt und mit Emailleglas auf Fayence aufgetragen, erhielt ich eine ziemlich gute schwarze Tuschfarbe. Eisenhaltiger Braunstein veränderte durch Kalciniren mit Arsenik seine gewöhnliche röthlich-violette Farbe gar nicht.

c. Bei einer anderen Gelegenheit ward ich veranlaßt, den Rückstand von der Kalcination des von Scheele (Abh. d. Schwed. Akad. f. 1778) beschriebenen Reißblei mit Emailleglas zu vermengen, wodurch ich im Probirofen eine blaufleckige Emaille erhielt.

d. Ein dritter Umstand, welcher die Möglichkeit, mit Eisen ein blaues Glas hervorzubringen, ganz vorzüglich darzuthun scheint, ist die bekannte Erfahrung, daß man bei den Hohenöfen, in denen man grauglänzende oder schuppige Dürrsteinerze (welche durch Reiben ein röthliches oder violettes Pulver geben) von Norberg, Utö u. s. f. verschmelzt, immer eine lichtere oder dunklere, oft sehr schöne blaue glasige Schlacke erhält, welche zuweilen mit weißen oder mit grünen Glasstreifen durchzogen ist, je nachdem die Größe des Erzsatzes und die Hitze des Ofens verschieden waren. In so fern keine

andere

andere färbende Substanz (§. 248.) in den Erzen nachgewiesen werden kann, muß die Färbung nothwendig durch Eisen entstanden seyn. Wenn man diese Schlacke im Tiegel umschmelzt, so wird sie grün. In Scheidewasser löst sie sich schon in der Kälte mit Heftigkeit auf, und Alkali schlägt aus der Auflösung einen rostfarbenen Eisenkalk nieder, der durch Glühen schwarz und dem Magnet folgsam wird. Der Rückstand ist eine graue Kieselerde, die vor dem Löthrohr zu einer weißen Schlacke schmelzt und mit Borax und Salpeter einen kleinen Braunsteingehalt angiebt, welcher zur Entstehung der blauen Farbe vielleicht mit beigetragen hat *).

e. Ich brachte grüne Hohenofenschlacke und helldurchsichtiges grünes Bouteillenglas (welches sich aus Hohenofenschlacke mit einem Zusatz von Sand und Asche darstellen läßt) mit ungebranntem Gips in einen Tiegel und hielt es einige Stunden lang in einer lichtrothen Glühhitze. Nach dem Erkalten zeigte sich das Glas ganz undurchscheinend, mit einer schönen hellblauen Farbe wie Türkis, und hatte eine matte Oberfläche mit abge-

*) Daß alle Eisenerze, welche Phosphorsäure enthalten, beim Verschmelzen blaue Schlacken geben, ist eine bekannte Sache. Woher aber die blaue Farbe der Schlacken aus Erzen entsteht, die erweislich nicht eine Spur von Phosphorsäure enthalten, bleibt noch problematisch. Ritter hat zwar durch den galvanischen Proceß ein indigblaues Eisenoxyd erhalten; allein die Beschaffenheit dieses Oxyds ist noch völlig unbekannt, auch ist anderen Physikern die Darstellung desselben nicht gelungen. Wahrscheinlich ist es, daß das Eisen die Glasflüsse dann blau färbt, wenn es sich in sehr geringer Quantität und auf einer niedrigen (vielleicht noch unbekannten) Stufe der Oxydation darin befindet. Gelblichgrüne, vollkommen glasige Schlacken von Coakhohenöfen verwandeln sich, durch anhaltendes starkes Glühen zwischen glühenden Coaks, nach und nach in eine schöne dunkelblaue wedgwoodartige Masse, welche aus den glasigen blau gefärbten Schlakken noch schneller erhalten wird. Es lassen sich aus dieser Masse Ringsteine, Petschafte u. s. f. anfertigen (Vergl. Wille über d. Eisen- und Stahl-Manipulation in Schmalkalden S. 73. und Hausmann in dessen Norddeutschen Beiträgen zur Berg- und Hüttenkunde S. 122-126.).

abgerundeten Kanten. Unter dem Hammer leistete es weit mehr Widerstand als vorher, und war so hart, daß es mit Stahl Feuer gab. Im Bruch war es glänzend, durchaus blau gefärbt, und vertrug die Abwechselungen der Hitze und Kälte, ohne zu springen. — Eben dies Bouteillenglas ward einen ganzen Tag lang mit Gips in einem Töpferofen gebrannt, wodurch es dieselbe hellblaue Farbe, Härte und Festigkeit erhielt. Bei einem anderen Versuch ward es mit Gips in einen Tiegel gebracht, der in Kohlenstaub gestellt ward und 13 Tage lang im Stahlofen stehen blieb. Das Glas war äußerlich mit einer dünnen schwarzblauen Haut überzogen, inwendig hatte es aber eine weiße oder hellgelbe Farbe und eine faserige Textur, wie alabastrirt. Mitten auf dem Bruch zog sich ein feiner Streif fort, von welchem aus sich die faserige Textur nach den äußeren Flächen verbreitete; übrigens verhielt es sich gegen den Stahl so hart wie Kiesel. Die Einwirkungen der Zeit und der Glühhitze können also Farbe und Textur sehr verändern.

f. Als ich einmal eine Auflösung von grauem Roheisen in Flußsäure mit Kalkwasser zu einem grünlichen Kalk niederschlug, bekam derselbe durch starkes Trocknen und schwaches Glühen eine weiße Farbe mit hellblauen Flecken. Diese blaue Farbe scheint wohl durch das Eisen und durch die Flußsäure, welche der Kalk beim Niederfallen mit sich genommen hatte, entstanden zu seyn. Im Feuer und vor dem Löthrohr war der Niederschlag ganz leichtflüssig und gab eine weiße undurchsichtige Glasperle, worin gar keine blaue Färbung mehr zu bemerken war. Sollte diese blaue Farbe wohl durch die Verbindung der Flußsäure mit dem Kalk entstanden seyn? Wenigstens sind alle diese Substanzen in den blauen Hohenofenschlacken, welche auch zugleich Kalk und Kieselerde enthalten, befindlich.

g. Eine

g. Eine unbekannte Gebirgsart, welche man für Schwerspath gehalten hatte, ward mit Alkali und Kohlenstaub in einem bedeckten Tiegel geschmolzen, die halbgeschmolzene Masse mit warmem Wasser ausgelaugt, dann in Scheidewasser in einer übelriechenden Luftentwickelung und Gelatiniren aufgelöst, die Auflösung mit Wasser verdünnt und mit Alkali niedergeschlagen, wodurch ich einen bläulichgrünen Niederschlag erhielt, der die Farbe beim Trocknen und sogar beim Schmelzen mit Borax (wenn das Schmelzen nicht zu lange fortgesetzt ward, denn alsdann verschwand die Farbe gänzlich) beibehielt. Durch mehrmaliges Wiederholen wollte es mir nicht glücken, die Farbe, welche an der Luft vollkommen, in der Hitze aber weniger beständig war, anders als bläulichgrün darzustellen. Die Gebirgsart war übrigens ein eisen-, kiesel- und braunsteinhaltiger Gips, von einer spathig-schiefrigen Textur.

h. Daß Krystallglas, welches durch Schmelzen mit Roheisen etwas eisenhaltig geworden war, in einer starken Schmelzhitze mit Knochenasche eine blaugrüne sehr schöne Seladonfarbe giebt, ist schon oben (§. 73, V.) gezeigt. Dies scheint wenigstens zu beweisen, daß auch das Eisen allein, wenn es in einer gewissen Quantität mit dem Glase verbunden ist, eine bläuliche Farbe hervorbringen kann.

Auf eine weitere Untersuchung glaube ich mich nicht einlassen zu dürfen, weil man das Eisen weder zu blauen Glasflüssen, noch zur Emaille anwenden wird, so lange man noch mit Kobalt färben kann; obgleich es nicht zu läugnen ist, daß die Verwandlung des grünen Glases, durch Cementiren mit Gips im Töpferofen, in ein blaues feuerbeständiges Glas, von großem Nutzen seyn würde. (vergl. Reaumur's Versuche in den Abh. d. Pariser Akad. 1727, 1729, 1739, und Lewis Versuche über die Verwandlung der gläsernen Gefäße in Porcelan.)

§. 205. Von der blauen Eisenfarbe in den Färbereien.

Das Berlinerblau (§. 202) läßt sich nicht wie eine Erdfarbe zum Färben der Seide, Wolle, Leinwand oder Baumwolle anwenden, weil dazu Beizmittel oder saure Säfte nöthig sind, welche sich mit jener Farbe nicht vertragen. Als Druckerfarbe ist das Berlinerblau auf jenen Zeugen zwar zu gebrauchen, es muß dann aber mit starken Firnissen angerieben seyn, und dies ist mehr ein Gegenstand der Maler- als der Färbekunst. Die Bereitung des Berlinerblau hat indeß Veranlassung gegeben, diese Farbe auf Baumwolle und Leinwand dadurch anzuwenden, daß sie sich während des Niederschlags, und ehe sie sich noch als ein erdartiges Pulver bildet, auf den Zeugen absetzen muß. Ohne Zweifel bedienen sich die Kattundrucker dieser Farbe zu allen blauen Zeichnungen auf Kattun, sie halten aber die Behandlungsart geheim*). Die wenigen Versuche, welche ich darüber angestellt habe, sind folgende:

a. Der Druck oder die Zeichnung mit einer durch Gummiwasser zur gehörigen Consistenz gebrachten Auflösung des Eisens in Essig auf Leinwand, gab eine gelbe Farbe, welche mit Blutlauge blau ward, so lange der Druck noch feucht war. War er aber schon trocken, so färbten sich bloß die Ränder der Zeichnungen blau.

b. In eine klare Eisenvitriolauflösung, welche mit einigen Tropfen Vitriolöl versetzt worden war, um das Niederfallen des Eisenockers zu verhindern, ward ein Stück Leinwand getaucht, welche nach dem Trocknen ganz

*) Man bedient sich des Berlinerblau zum Färben der baumwollenen und leinenen Zeuge, welche zuerst durch eine essigsaure Eisenoxydauflösung gezogen, getrocknet und gespühlt, und dann einige Stunden lang in eine mäßig warme Auflösung von Blutlaugensalz gelegt werden. Ausgedehnter ist die Anwendung des Blutlaugensalzes zum blauen Druck auf Baumwolle und Leinewand. Auf Wolle und Seide will sich das Berlinerblau nicht gut ausnehmen.

ganz farbenlos erschien. Durch das Bedrucken mit Blutlauge ward sie zuerst gelb und nach dem Trocknen schwarz; nach dem Spühlen mit reinem Wasser (um den Vitriol weg zu bringen) wurden die Zeichnungen erst grün, durch stärkeres Spühlen aber schön blau, ohne sich zu verwaschen. Das Waschen und Reiben mit Seifenwasser hielt die Farbe zwar aus, sie ward dadurch aber dunkler und schielte ins Grüne. Starke Sodalauge machte die Farbe gelb und kaustische Kalklauge entfärbte sie gänzlich, jedoch blieben die Zeichnungen gelb und ließen sich nur durch starke Mineralsäuren, z. B. durch Scheidewasser, wegbringen.

c. Ward die Leinwand zuerst in Blutlauge und dann noch feucht in die vorhin erwähnte Vitriolauflösung getaucht, so erschien sie zuerst grün, ward aber nach dem Trocknen violett und endlich nach dem Spühlen in reinem Wasser schön blau. Das Waschen mit Seifenwasser hielt die Farbe zwar aus, sie schien aber bleicher und nicht so beständig zu seyn, als der vorhin (b) erwähnte Druck.

d. Leinwand, die auf die vorige Art mit Blutlauge gebeizt, dann getrocknet und endlich mit einer Vitriolauflösung bedruckt ward, erhielt dadurch sogleich hochblaue Zeichnungen, welche aber bald blaßgelb wurden. Durch Spühlen mit Wasser kam die blaue Farbe wieder zum Vorschein; sie vertrug das Waschen mit Seifenwasser und schien mit einer grünlichen Farbe, welche nachher wieder blau geworden war, eingedrungen zu seyn. Der Druck mit schwarzer Schreibetinte auf dieser gebeizten Leinwand, erhielt ebenfalls eine blaue Farbe.

Aus diesen Versuchen geht wenigstens die Möglichkeit hervor, das Eisen als blaue Farbe in den Färbereien, vorzüglich beim Drucken der Kattune und der Leinwand, anzuwenden. Vorzüglich anwendbar scheint die Methode des Versuches b zu seyn, nach welcher die Tücher

zuerst in die Vitriolauflösung getaucht, und dann mit Blutlauge, der man durch arabisches Gummi die gehörige Consistenz geben kann, bedruckt werden. Es ist indeß wohl möglich, daß es noch bessere nicht allgemein bekannte Handgriffe giebt. Die hier angeführten Versuche beziehen sich zwar bloß auf Leinwand; sie finden aber auf baumwollene Zeuge um so sicherer Anwendung, als die Leinwand am schwersten zu färben ist.

§. 206. Von der natürlichen grünen Eisenfarbe.

Da die gelbe und die blaue Farbe, als ein Paar Hauptfarben, ihre Entstehung im Mineralreich häufig dem Eisen verdanken, so muß auch die grüne, als eine von beiden abgeleitete Farbe, oft anzutreffen seyn. Es ist sehr wahrscheinlich, daß die schönen grünen Pflanzenfarben, welche so häufig in der Natur vorkommen, vom Eisen abstammen, weil alle Pflanzensäfte erweislich Eisen enthalten und alle die Farbenveränderungen erleiden, denen das Eisen selbst unterworfen ist. Wir werden weiter unten sehen, daß nicht allein die Auflösungen des Eisens in Säuren zuerst grün gefärbt sind, sondern daß auch der daraus mit Alkali, welches noch etwas Phlogiston enthält, niedergeschlagene Kalk erst grün erscheint und dann gelb wird, wenn die Luft das flüchtige Brennbare zerstreut. Dies ist auch bei den Pflanzensäften der Fall, die nur so lange grün sind, als die Pflanzen noch leben, aber rostfarbig werden, wenn sie verwelken, oder wenn die Luft das Brennbare auszieht; wenn man die grüne Farbe nicht durch schnelles Trocknen, oder durch Einlegen in salzige und andere Flüssigkeiten (welche der Fäulniß nicht unterworfen sind und welche das Brennbare zurückhalten, oder den Zutritt der Luft verhindern) zu erhalten sucht. Eben so behält der Eisenkalk auch zum Theil seine grüne Farbe, wenn man ihn entweder schnell in verschlossenen Gefäßen trocknet,

oder

oder in einer säuerlichen Flüssigkeit, welche den Zutritt der Luft abhält, aufbewahrt. Ich breche indeß von dieser Betrachtung ab, weil wir hier nur sehen wollen, welche Mineralien durch Eisen grün gefärbt sind. Außer dem Eisen giebt sich das Kupfer nur noch durch die grüne Farbe zu erkennen, denn das Nickel giebt zwar, als Erz und in metallischer Gestalt, grüne Auflösungen und durch Verkalkung grüne Beschläge, so wie auch der Braunstein durch Kalcination und durch Schmelzen grüne Farben hervorbringt; weil aber weder das Nickel noch das Mangan ganz eisenfrei dargestellt werden können, so ist es zweifelhaft, ob die grüne Farbe nicht durch Eisen entstanden seyn kann. Unter den durch Eisen grün gefärbten Erd- und Steinarten sind folgende die bekanntesten:

1. Grünerde ist eine grüne Erdfarbe, deren sich die Maler häufig, mit Leimwasser angerieben, bedienen, weil sie den Einwirkungen des Lichts und der Luft widersteht. Die Materialisten verkaufen unter diesem Namen auch zuweilen eine grüne Farbe, die weiter nichts als Kupferrost ist; eigentlich versteht man darunter eine grüne thonartige Erde, die zuweilen kalkhaltig und durch Eisen gefärbt ist. Im Wasser giebt sie sich durch den Thongeruch zu erkennen; Scheidewasser löst sie nicht auf; durch Kalciniren wird sie kaffeebraun, oder mehr roth und dem Magnet folgsam, welches auf den Eisengehalt hindeutet; übrigens verliert sie nicht mehr als 2 Procent am Gewicht und wird durch Glühen härter. Ein anderes Metall als Eisen läßt sich durchaus durch Kalciniren, Auflösen und Niederschlagen nicht darstellen *). Diese Grünerde kommt in Italien, in Deutschland und auch in Schweden an mehreren Orten vor.

2. Unter den Kieselarten verdient der Smaragd, dessen grüne Farbe vielleicht vom Eisen herrührt, die erste

*) Sie enthält nach Klaproth (B. IV. 291.) 28 Procent Eisenoxyd.

erste Stelle *). Aus Mangel an eigenen Versuchen verweise ich auf Bergman's Untersuchungen in den Novis Act. Upsal. Vol. III. Der Türkis hat seine Farbe ohne Zweifel vom Kupfer.

3. Die grünen und grünlichgelben Schörlarten enthalten auch kein anderes Metall, als etwa 10 bis 15 Procent Eisen. Den grünen, durchsichtigen, brasilianischen Turmalin habe ich zwar nicht untersucht, weil Bergman aber in allen Turmalien aus Ceylon und Tyrol 6 bis 9 Procent Eisen gefunden hat, so wird auch der brasilianische seine schöne grüne Farbe wohl vom Eisen erhalten haben **).

4. Grüner Flußspath hat nach Scheele seine Farbe vom Eisen.

5. Dies ist auch gewiß beim grünen Serpentin der Fall.

6. Grüne Kalkarten kommen selten vor, denn der Kalk, welcher durch Schörl grün gefärbt ist, gehört nicht eigentlich hierher. Ich habe indeß in reinem Flötzkalkstein grüne Adern gefunden, welche durch Eisen gefärbt waren. Dies ist auch nicht auffallend, wenn man bedenkt, daß Scheffer bemerkt hat, daß das Eisen aus der Auflösung in Salzsäure durch Kalkwasser mit einer grünen Farbe niedergeschlagen wird.

7. Chrysopras wird wegen seiner schönen Farbe zu den Edelsteinen gerechnet, indeß steht er dem viel härteren und durchsichtigeren Smaragd im Werth sehr nach. Der Kosemützer Chrysopras soll nicht härter seyn als Flußspath, und dürfte daher vielleicht die Smaragdmutter seyn; er bricht in einer kalkartigen grünen Erde

*) Klaproth fand darin (B. III. 226.) 1 Procent Eisenoxyd und 0,3 Procent Chromoxyd, welchem letzteren die schöne grüne Farbe wohl mehr als dem Eisenoxyd zuzuschreiben ist, welches auch beim Smaragdit der Fall seyn dürfte.

**) Nach Vauquelin enthält der Tourmalin 12 Procent Eisenoxyd und 2,5 Manganoxyd; seine Farbe ist aber mehr braun als grün zu nennen.

Erde und ist daher ohne Zweifel durch Eisen grün gefärbt, weil sich weder Kupfer noch ein anderes Metall darin auffinden läßt *).

§. 207. Von der Bereitung einer grünen Farbe aus Eisen.

1. Man sollte glauben, daß sich aus dem Eisen eben so leicht eine grüne Malerfarbe als Berlinerblau bereiten ließe; mir ist aber keine Vorschrift dazu bekannt, obgleich das Eisen aus seinen Auflösungen in allen möglichen Säuren durch Alkalien mit einer grünen Farbe niedergeschlagen wird. Weil diese Farbe ihre Entstehung aber nur dem flüchtigen Brennbaren zu verdanken hat, so verschwindet sie sogleich, wenn die obenstehende Flüssigkeit abgegossen und der Luft der Zutritt gestattet wird, indem sich alsdann die gewöhnliche gelbe Rostfarbe einfindet. Will man die grüne Farbe einigermaßen erhalten, so muß man Folgendes beobachten.

a. Der Niederschlag muß mit etwas phlogistischem Alkali, z. B. mit gewöhnlicher Pottaschenlauge oder mit ungereinigter Soda, geschehen.

b. Man muß nur so viel Alkali, als gerade zur Sättigung oder zum Niederschlag nöthig ist, anwenden, auch muß es so wenig Luftsäure enthalten, daß gar kein Aufbrausen entsteht.

c. Das Eisen muß in schwacher Vitriolsäure bei einer gelinden Digerirhitze, am besten in einer Retorte, deren Hals vorn unter Wasser getaucht ist, aufgelöst und die Sperrung sogleich aufgehoben werden, sobald die Auflösung aufhört und die brennbare Luft übergeht.

d. Nach

*) Klaproth zeigte (Beit. II. 133.), daß 1 Procent Nickeloxyd die Färbung des Chrysopras bewirke. — Uebrigens verdienen noch der Euklas, der Thallit, die grüne Hornblende, der Olivin, der Chrysolith, der Chlorit, der Beryll und der Chrysoberyll genannt zu werden, welche sämmtlich durch Eisen grün gefärbt sind.

d. Nach dem Niederschlagen muß das Fällwasser sogleich abgegossen und der Kalk häufig mit reinem Wasser ausgesüßt werden, worauf man die Feuchtigkeit in einer Retorte bis zur Trockniß abzieht.

Bei aller dieser Vorsicht erhält man aber doch keine schöne brauchbare grüne Farbe, denn die Rostfarbe bleibt immer vorwaltend. Etwas besser erreicht man diesen Zweck, wenn man gleiche Theile Eisenvitriol und Tartarus tartarisatus im Wasser auflöst, die Auflösung langsam bis zur Trockniß abdampft und den gelben Ocker, so wie er sich zeigt, auf die weiter unten (§. 238.) anzugebende Weise abscheidet. Weil nicht Brennbares genug vorhanden ist, den Niederschlag blau zu färben, so bleibt ein Theil gelb und macht mit dem blau gewordenen Kalk den grünen.

2. Folgende Eisenauflösungen sind vorzüglich geneigt, grüne obgleich unreine und unbeständige Niederschläge zu geben.

a. Die Auflösung in Salzsäure mit Kalkwasser (§. 233, b.).

b. Die Auflösung, welche man durch Verpuffen des Salpeters mit Eisen erhält (§. 253, 1, c. 2, b.).

c. Die Auflösung in Vitriolspiritus, besonders wenn das Eisen braunsteinhaltig ist.

d. Die Auflösung in Essigsäure, wenn man Arsenikſäure zusetzt.

e. Die Auflösung in Flußsäure durch Pottaschenlauge niedergeschlagen. Der grüne Kalk ist noch in der Glühhitze beständig; die Farbe ist aber zu unrein, um brauchbar zu seyn (§. 236, a. g.).

f. Die Auflösung in Vitriolspiritus, mit etwas Queckſilberauflösung in Scheidewasser versetzt und mit ungereinigter Sodalauge niedergeschlagen. Alle diese Niederschläge werden aber an der Luft rostfarbig und roth in der Glühhitze.

g. Wenn

g. Wenn man Eisenfeile durch Arsenikſäure zerfressen läßt, erhält man ein hellgrünes Pulver, welches noch bis zur Glühhitze grün bleibt (§. 237, g.).

h. Aus der Vitriolſäure wird das Eisen auch durch die Lauge, welche man aus dem mit Eisenfeil verpufften alkaliſirten Salpeter erhält, grün niedergeſchlagen. So auch, wenn das Eisen durch Alkali aus der Miſchung des grünen Vitriols mit Tartarus tartarisatus niedergeſchlagen wird (1, d. und §. 238.) *).

3. Auf einem leichteren Wege erhält man eine sehr beſtändige grüne Farbe, wenn man gutes Berlinerblau mit brandgelbem reinem Eiſenocker auf dem Malerſtein oder auf Glas mit einem Zuſatz von Eſſig, um die Farbe zu erhöhen, abreibt. Nach der verſchiedenen Quantität des Ockers erhält man ein dunkleres oder ein helleres Grün. Am beſten iſt der gelbe Ocker, den man aus der Auflöſung des Eiſens in Salzſäure (§. 198.) niederſchlägt. Die Oelmaler müſſen dieſe grüne Farbe erſt mit Terpentinöl anreiben und dann mit Leinölfirniß vermengen. Dieſe grüne Farbe hat vor dem gewöhnlichen Spangrün den Vorzug, daß ſie weder im Sonnenlicht noch an der Luft gelb wird.

4. Der Daler eiſenhaltige ſchwarze Braunſtein von der Klapperudgrube ward durch langſames Kalciniren im verſchloßnen Tiegel grasgrün, wie Grünerde, wenn der Tiegel während der ganzen Dauer der Cementation im Stahlofen ſtehen blieb. Dieſe grüne Farbe iſt unveränderlich und rührt wohl vorzüglich vom Eiſen her, weil der Braunſtein allein nur eine ſchwarze, oder eine weiße, oder in der Glasmaſſe eine violette Farbe giebt.

5. Es iſt merkwürdig, daß die Auflöſung des rothen Kalkſteins von Derbyſhire (§. 189, 3.) in Salzſäure mit Blut-

*) Aus der Anm. zum §. 190. geht hervor, warum man aus oxydirtem Eiſen keine dauerhafte grüne Malerfarbe erwarten kann, und daß ſich dieſe nur durch Zuſammenreiben von fein geſchlämmten gelben Ockern (§. 197.) mit Berlinerblau erhalten läßt.

Blutlauge einen grünen Niederschlag giebt, der auch nach dem Trocknen die Farbe behält.

§. 208. Von den grünen Glasflüssen und Emaillen aus Eisen.

Ein geringer Zusatz von Eisen theilt den Glasflüssen gewöhnlich eine grüne Farbe mit, wie die mehrsten Hohenofenschlacken, vorzüglich wenn Quicksteinerze mit Kalkzuschlag verschmolzen werden, hinlänglich beweisen; die grüne Farbe dieser Schlacken ist oft unübertrefflich schön. Grünes Bouteillenglas ist das gewöhnliche und das schlechteste, weil das Eisen keine solche hochgrüne Farbe giebt als das Kupfer, welches man zu den schönen smaragdgrünen Flüssen anwendet. In Neri's Glasmacherkunst mit Kunkels Anmerkungen findet man jedoch mehrere Vorschriften zu grünen Glasflüssen, worin der Eisenkrokus allein die Färbung bewirken soll; sie sind aber wenig empfehlungswerth, besonders weil viel Bleiglas zugesetzt werden soll, welches die Eisenfarben völlig zu zerstören pflegt. Ich habe sehr genau nach der Vorschrift gearbeitet; nahm ich so wenig Krokus als angegeben war, so blieb das Glas farbenlos, und in größeren Quantitäten angewendet, ward es braun oder kolofoniumfarben. Die schönsten grünen Eisenfarben erhielt ich auf folgende Art.

1. Ein Theil Eisen ward mit 2 Wismuth und mit einem Fluß aus 2 Krystallglas, 2 schwarzem Fluß und $\frac{1}{4}$ Kohlenstaub zusammengeschmolzen. Das Metallgemisch lag auf dem Boden des Tiegels, und das darüber stehende Glas war schön dunkelgrün gefärbt. Noch schöner färbte sich das Glas, als ich den Regulus zum zweitenmal, bloß mit einem Zusatz von zweimal so viel Krystallglas umschmolz. Als ich dies dunkelgrüne Glas aber für sich allein, ohne einen Zusatz von Brennbarem, mit mehr Krystallglas, um es heller zu machen, umschmolz

schmolz, verwandelte sich das Grün in eine Kolofoniumfarbe.

2. Als ich 1 Eisen mit ½ fixem Arsenik, ½ Krystallglas und etwas Kohlenstaub zusammenschmolz, erhielt ich ebenfalls ein schönes dunkelgrünes Glas, welches sich zu einem grünen, dem Magnet folgsamen Pulver reiben ließ. Ich wollte die Farbe durch einen größeren Zusatz von Krystallglas heller machen, bekam dann aber ein schlechtes bouteillengrünes Glas. So wenig wie sich das Eisen also aus seinen Auflösungen ohne Zutritt von Brennbarem, wodurch es mehr metallisch wird, blau oder grün niederschlagen läßt, eben so wenig giebt es mit Glasflüssen oder Emaille grüne Farben *).

3. Der erste Versuch schien darauf hinzudeuten, daß die gelbe Farbe des Wismuth durch Eisen grünlich wird; ich versuchte daher, die grüne Farbe durch einen Zusatz von Blau noch mehr zu erhöhen, und vermengte 2 Ct. Kieselmehl, 6 Ct. Mennige, ¼ Ct. Eisensafran, aus der Auflösung in Essig niedergeschlagen, 8 Pfund Wismuthkalk und 4 Pfund kalcinirten Kobalt mit einander, hielt den Tiegel 10 Minuten lang vor dem Gebläse und bekam dann ein dichtes, leichtflüssiges, fast undurchsichtiges und nur an den dünnen Kanten blau durchscheinendes Glas. Es ward mit Wasser fein gemahlen, auf gebrannten Porcelanthon oder auf Biscuit aufgetragen und schmolz dann schnell zu einer schönen, durchsichtigen, mineralgrünen Farbe, deren Oberfläche sehr glänzend war. Wenn man einen noch größeren Grad von Hitze, als zum Schmelzen erforderlich ist, anwendete, so würde man diesen Fluß vielleicht als

*) Wenigstens fällt die grüne Farbe, welche das oxydirte Eisen und das Manganoxyd dem Glase mittheilen, immer schmutzig und unansehnlich grau- oder schwärzlichgrün aus. 1 Theil Eisenoxydul (Hammerschlag) und 40 Theile Kupferoxyd geben dem damit geschmolzenen Glase eine schöne, dauerhafte, smaragdgrüne Farbe.

als Emaille gebrauchen können. Ohne Zweifel hat das Brennbare, welches das Eisen beim Niederschlagen aus der Essigsäure aufzunehmen Gelegenheit hatte, die grüne Farbe hervorgebracht. Auch Eisenblech läßt sich mit diesem Glase mit einer glänzenden, dichten, schwarzen Glasur oder Emaille überziehen, nur muß man den Glühspan vorher sorgfältig wegschaffen, weil dieser sonst mit der Glasur abspringt.

4. Ich habe schon des grünen Pulvers erwähnt, welches man durch die Kalcination aus eisenhaltigem Braunstein erhält (§. 207, 4.), und bemerke daher noch, daß man durch das Verschmelzen jenes Erzes, zwischen Kohlen im offnen Feuer, ein dunkelgrünes oft recht schönes Glas erhält. Es läßt sich nicht behaupten, daß in allen Eisenerzen Braunstein vorhanden sey, um daraus die grüne Farbe der Schlacken zu erklären; es ist vielmehr viel glaublicher, daß sie vom Eisen herrührt, denn bei Eisenproben mit rohen Erzen, die bloß im Kohlentiegel mit etwas Borax bedeckt gemacht werden, erhält man häufig nur eine undurchsichtige grüne Schlacke, aus welcher sich der ganze Eisengehalt ohne Verlust ausbringen läßt. Die Proben haben in solchen Fällen entweder zu schwache Hitze gehabt, oder man hat sie nicht lange genug stehen lassen, oder es war beides der Fall.

§. 209. Von der grünen Eisenfarbe in den Färbereien.

Wir haben bei der Blaufärberei durch Eisen (§. 205, b.) gesehen, daß die mit Vitriolsäure gebeizte Leinwand durch Blutlauge zuerst grün und dann durch Spühlen blau wird. Es ließe sich daher wohl die Möglichkeit denken, das Eisen zum Grünfärben anzuwenden, wenn man nur ein Mittel wüßte, diese eben so schnell entstehende als verschwindende Farbe zu fixi-

fixiren *). Ein solches Mittel ist mir aber gar nicht bekannt. Ob zur Bereitung des bekannten Mineralgrün auch Eisen angewendet wird, lasse ich dahin gestellt seyn, weil die Zubereitung geheim gehalten wird **).

§. 210. Von der natürlichen weißen Eisenfarbe im Mineralreich.

Wir haben gesehen, daß man bei der schwarzen, rothen, gelben, blauen und grünen Farbe immer auf die Gegenwart des Eisens schließen kann; es entsteht daher die Frage, ob dies Metall nicht auch in ungefärbten oder weißen Mineralien vorkommt. Die farbenlosen eisenhaltigen Mineralien sind folgende ***):

1. Ich besitze ein weißes mergelartiges Eisenerz aus Kent in England, welches dort in cylindrischer Gestalt in Mergelgruben bricht und zur Verbesserung des Ackers angewendet wird. Aeußerlich ist es weiß und mit einer Mergelhaut überzogen; inwendig aber mehr bräunlich, dicht wie trockner Thon, so hart wie Kalkstein und so schwer als reiches Eisenerz. Von Säuren wird es weder angegriffen noch aufgelöst. Durch Kalciniren auf einem Scherben im Probirofen verlor es 31 Procent am Gewicht, ward dunkelbraun und dem Magnet folgsam. Durch die Behandlung mit gewöhnlichen Eisenflüssen wurden 47 Procent spröder Eisenregulus ausgebracht. Ein anderes weißgraues, schweres und hartes thonartiges nicht cylindrisches Eisenerz aus England hielt 51 Procent Eisen.

2. Ein

*) Vergl. die Anmerk. zum §. 202.

**) Das Braunschweiger Grün und überhaupt die grünen Kupferfarben kann Hr. R. hier nicht gemeint haben; ich weiß daher nicht, was er unter Mineralgrün versteht.

***) Ein schönes weißes Fossil — der Sommit — enthält nach Vauquelin 1 Procent Eisenoxyd.

2. Ein ähnlicher weißer etwas gelblicher Thoneisenstein aus der Stollengrube von Westersilfberg im Kirchspiel Norrbeck hielt 40 Procent Eisen. (Abh. d. Schwed. Akad. f. 1755.)

3. Die Eisenblüthe aus Steyermark, welche auch in der Grube Hinsklak in Norrbeck vorkommt und allerlei Vegetationen bildet, ist wohl eigentlich bloß reiner Kalk, dessen Höhlungen, wie die der Stalaktiten oder Tropfsteine, durch Kalkwasser gebildet sind. Bei einem ähnlichen Fossil von Westersilfberg sind die Höhlungen aber mit einem rostfarbenen, eisenhaltigen Kies ausgefüllt, der wirklich Eisenblüthe ist, und kleine, ganz weiße, halbdurchsichtige, vieleckige Krystalle bildet, die durch Glühen schwarz werden, und welche der Magnet dann eben so stark wie reines Eisen anzieht.

4. Bekannter sind die weißen Eisenerze, der Stahlstein oder der so genannte Pflinz aus Steyermark. Dies Erz ist in der Grube fast ganz weiß, wird aber gelb und zuletzt schwarz, wenn es lange an der Luft und im Feuchten liegt, oder geröstet wird. Das reichste Erz giebt etwa 40 Procent stahlartiges Eisen *).

5. Der weiße Kalk oder Thonstein von Wattholm bei Upsala, von Westerbergslagen und Norberg und im Kirchspiel Norrbeck wird im Feuer und an der Luft schwarz und enthält 10 bis 15 Procent Eisen. Durch das

*) Ganz reines kohlensaures Eisenoxydul besteht aus 61,08 Oxydul und 38,92 Kohlensäure, und das Oxydul enthält 47,16 regulinisches Eisen. Das natürliche kohlensaure Oxydul — der Spatheisenstein — enthält aber immer 3 bis 5 Procent Manganoxyd und zuweilen auch Talkerde und Kalkerde. Durch Verwitterung und durch das Rösten oxydirt sich das Oxydul zum Theil auf Unkosten der Kohlensäure, welche dann als Kohlenoxydgas entweichen muß.

das Kalciniren erleidet er einen Gewichtsverlust von 20, 30 bis 40 Procent, der aus Wasser und Luftsäure besteht.

6. Der weiße pyramidalische Kalkspath, oder die sogenannten Schweinszähne, kommen sehr häufig in den Dannemorer Eisengruben vor, und sind äußerlich mit einer weißen Rinde bedeckt, welche durch Glühen schwarz und dem Magnet folgsam wird; inwendig bestehen sie aus reinem weißen Kalkspath, der aber häufig noch viel Eisen enthält, welches bei der Auflösung in derselben Gestalt, welche der Kalkspath hatte, zurückbleibt.

7. Das sogenannte weiße Zinnerz, oder die gelblichweißen zinnhaltigen Eisengranaten aus dem Kalkbruch zu Gökum im Kirchspiel Dannemora, enthalten 20 und oft noch mehr Procent Eisen. Das vormals sogenannte weiße Zinnerz ist häufig nichts anders als Schwerstein (§. 178, 3.).

§. 211. Von der künstlichen weißen Eisenfarbe.

Bei den folgenden Untersuchungen (§§. 217-248.) wird das Eisen oft mit weißer Farbe vorkommen. Hier will ich nur folgende Fälle ausheben.

a. Starke Vitriolsäure löst das Eisen ohne Verdünnung mit Wasser nicht völlig auf, sondern zerfrißt es zu einem weißen Pulver *), welches an der Luft rostet oder gelb wird. Wenn man den grünen Vitriol bis zu einem gewissen Grade im Sonnenlicht trocknen läßt, so beschlägt er ebenfalls weiß; in einer stärkeren Hitze, wobei sich das Krystallisationswasser ver-

*) Dies weiße Pulver ist bekanntlich schwefelsaures Eisenoxydul, dem es an Krystallisationswasser fehlt.

verflüchtigt, wird er gelb und endlich in der Glühhitze roth.

b. Arsenikſäure giebt mit dem Eisen in der Siedhitze eine farbenloſe Auflöſung, woraus ſich aber mit der Zeit von ſelbſt ein weißer Kalk niederſchlägt, der auch beim Trocknen weiß bleibt, in einer ſtärkeren Hitze aber ſchwarz wird und vor dem Löthrohr zu einer ſchwarzen Glasperle ſchmelzt, die nicht eher vom Magnet gezogen wird, als bis das Arſenik größtentheils verflüchtigt iſt. Aus der friſch bereiteten farbenloſen Auflöſung wird das Eisen durch Alkalien ebenfalls als ein weißer Kalk niedergeſchlagen.

c. Auch die Weinſteinſäure löſt das Eisen in der Siedhitze auf; es fällt aber zum Theil, mit etwas Säure verbunden, ſogleich als ein kreideweißer Kalk wieder zu Boden, welcher die weiße Farbe lange Zeit behält, aber doch mit der Zeit an der Luft gelb wird, und im Feuer mit einem weinſteinartigen Geruch und mit Zurücklaſſung einer ſchönen rothen Malerfarbe verbrennt. Aus der klaren Auflöſung kann man das Eisen durch Soda und durch Schwefelleber weiß niederſchlagen.

d. Das fateſcirende Urinſalz, oder das Perlſalz, vorzüglich aber das daraus bereitete mikrokosmiſche Salz, ſchlagen das Eisen aus der Auflöſung in Salpeterſäure als ein weißes Pulver nieder.

e. Der weiße Niederſchlag aus der Auflöſung des Eiſens in Flußſäure durch Kalkwaſſer (§. 193.) behält ſeine Farbe an der Luft, und giebt nur in einer ſtarken Hitze mit Emailleſluß eine rothe Farbe. Uebrigens werden alle die vorhin genannten Niederſchläge durch Kalciniren gelb, roth oder ſchwarz. Weil die weißen Pigmente aber weder zum Färben noch zu einem andern Zweck zu gebrauchen ſind, ſo will ich mich auf keine weitläuftigere Beſchreibung einlaſſen.

Bei den weißen Eisenniederschlägen muß ich noch der weißen Eisenerde erwähnen, die Zimmermann (im ersten Stück seiner Bergakademie) als Niederschlag aus einer sehr langsam zubereiteten Auflösung des Eisens in Königswasser (§. 234.) erhalten haben will. Weil er sich indeß über die Eigenschaften und über das Verhalten dieser Eisenerde nicht deutlich genug ausläßt, so daß man nicht wissen kann, ob sie aus Eisen allein besteht, oder nicht, und weil ich den Versuch nicht wiederholt habe, so kann ich nicht mit Zuverläßigkeit darüber urtheilen.

Ueber den weißen amianthartigen Körper (Grignon's Eisenamianth), der durch die Einwirkung des Feuers auf das Eisen entsteht, habe ich mich schon früher (§. 62, 5.) erklärt.

Der reißbleiartige Rückstand aus der Auflösung des grauen Roheisens in Vitriolsäure, giebt durch Kalciniren ebenfalls 3 bis 4 Procent weiße Erde (§. 121, 11.). Weil indeß 100 Pfund Eisen nur 6 Pfund von dem reißbleiartigen Körper, und 100 Pfund von diesem nur 4 Pfund weiße Erde geben, so enthält das Eisen höchstens nur $\frac{1}{4}$ Procent davon. Deshalb sowohl, als auch weil sich diese Erde bei der Untersuchung als reiner Quarzsand mit etwas Reißblei verhält, sich auch durch Brennbares nicht reduciren läßt, ist sie wohl nur zufällig im Eisen enthalten, und kann um so weniger als die eigentliche Eisenerde angesehen werden, als sie im geschmeidigen Stabeisen, oder in dem umgeschmolzenen Roheisen, gerade in der geringsten Quantität enthalten ist. Das Eisen giebt auch beim Kalciniren durchaus nur rothe Kalke.

Die vorhin aufgeführten weißen Eisenerze sind alle entweder durch Krystallisation oder durch Niederschlag entstanden, und enthalten daher viel Krystallisationswasser, welches die Ursach ihrer weißen Farbe seyn kann,

weil sie sogleich gelb, schwarz oder roth werden, sobald man ihr Krystallwasser verflüchtiget. Es scheint daher noch nicht mit Zuverläßigkeit erwiesen zu seyn, daß das Eisen für sich allein weiße Farben hervorbringt *).

*) Der späthige Eisenstein enthält kein Krystallisationswasser, indeß sind alle weiße Verbindungen des oxydirten Eisens mit Säuren unbeständig, theils wegen der leichten Zerstörbarkeit der Säuren, theils wegen der Neigung des Oxyduls, sich stärker zu oxydiren.

Der braunen Eisenfarbe hat Hr. R. nicht ausdrücklich erwähnt, sondern sie mit unter der gelben abgehandelt Außer dem Brauneisenstein haben noch andere braune Fossilien (Turmalin ꝛc.) ihre Farbe vom Eisen. Die Niederschläge aus den Eisenauflösungen, welche eine braune Farbe haben, sind mehrentheils Gemenge von Eisenoxyd und Eisenoxydul. Zum Braunfärben der Leinwand und der Baumwolle bedient man sich des essigsauren Eisenoxyds. Die verschiedenen braunen Farbennuancen auf Porcelan und Emaille sind Mischungen von Eisenoxyd, Braunstein und Kupferoxyd in verschiedenen Verhältnissen.

Achte

Achte Abtheilung.

Von der Auflösung des Eisens.

§. 212. Von den verschiedenen Arten der Auflösung.

Wenn das Eisen aus dem festen in den flüssigen Zustand gebracht, oder wenn der Zusammenhang der Bestandtheile so aufgehoben und gestört ist, daß es sich mit anderen Körpern innig verbinden läßt, so nennt man diesen Zustand eine Auflösung. Die Auflösung kann also entweder auf dem trocknen Wege durch Schmelzen und Vermischen mit anderen Metallen (4., 5., 6. Abtheilung), oder auf dem nassen Wege durch flüssige Körper erfolgen, und diesen Fall wollen wir hier untersuchen.

Nach allgemeinen Begriffen lassen sich mehrere Grade der Auflösung unterscheiden.

a. Die eigentliche Auflösung, wenn das Eisen von einer hinreichenden Menge Flüssigkeit ganz aufgenommen und selbst flüssig wird, so wie sich Salz im Wasser auflöst.

b. Das Rosten oder Zerfressen, wenn das Eisen durch wenig Flüssigkeit angegriffen und in Rost oder in Ocker verwandelt wird und das Ansehen eines erdartigen Pulvers erhält.

c. Das Beizen, wenn man bloß die Oberfläche des Eisens durch Auflösungsmittel vom Glühspan zu reinigen und die wahre Eisenfarbe darzustellen, beabsichtiget (§§. 15, 1. 242.).

d. Das Etzen, welches eigentlich eine Art von Beizen ist, indem die Oberfläche des Eisens nur an gewissen Stellen angegriffen wird, um durch die entstehenden Vertiefungen Zeichnungen oder Figuren zu bilden (§. 229.).

Fast alle Flüssigkeiten lösen das Eisen auf; einige indeß nur langsam und unvollkommen und nicht ohne chemische Handgriffe. Die wirksamsten Auflösungsmittel sind die Säuren aus den drei Naturreichen. Nach der Verschiedenheit des Eisens und der Säuren erfolgt die Auflösung schneller oder langsamer, vollkommner oder unvollkommner und mehr oder weniger reichlich. Die Säuren verbinden sich gern mit dem Brennbaren, welches das Eisen in so großer Menge enthält, weshalb der auf diese Art kalcinirte, oder seines Brennbaren beraubte Eisenkalk, aus den mehrsten Säuren, besonders bei ungehindertem Luftzutritt, niederfällt, weil er nicht mehr in derselben Quantität aufgelöst bleiben kann. Dies ist auch der Grund, warum sich das Eisen in seinen Auflösungen von denen der anderen Metalle so verschieden verhält, indem sie fast niemals zur Sättigung gebracht werden können, ohne nach der verschiedenartigen Beschaffenheit des Eisens oder der Auflösungsmittel ein schwarzes, braunes, gelbes oder weißes farbenloses erdartiges Pulver fallen zu lassen, obgleich die Flüssigkeit häufig noch immer mehr metallisches Eisen aufzulösen im Stande ist *).

Berg-

*) Der Grund dieser Erscheinung ist bekanntlich der zweifache Oxydationszustand, den das Eisen anzunehmen fähig ist, und die große Neigung des Oxyduls, sich in Oxyd zu verändern, welche durch die Auflösung in Säuren noch mehr befördert wird.

Das

Bergman hat in seiner Abhandlung von der Wahlanziehung die genaueste Auskunft über die Auflösung des Eisens und der übrigen Metalle und mineralischen Substanzen in Säuren und über die Verwandtschaftsgesetze gegeben, welche die Körper untereinander und zu den Auflösungsmitteln, beim Auflösen und beim Niederschlagen befolgen. Deshalb kann ich mich darauf be-

Das Eisen bildet mit allen Säuren zwei sehr verschiedene Salze, das Oxydulsalz und das Oxydsalz, von denen das erstere immer sehr unbeständig ist und sich schnell in Oxydsalz umändert. Weil dieses aber mehr Säure zur Neutralisirung erfordert, als jenes, so kann die Umänderung nicht anders erfolgen, als daß sich zugleich (auch bei den auflöslichen Oxydsalzen) ein Niederschlag bildet, den man früher für Eisenoxyd hielt, welcher aber — wie wir jetzt durch Berzelius gründliche Untersuchungen wissen — ein basisches Salz, nämlich eine Verbindung von vielem Eisenoxyd mit wenig von der Säure ist, worin sich das Eisen aufgelöst befand, aber stets in so bestimmten Verhältnissen, daß die in der Flüssigkeit zurückbleibenden Eisensalze völlig neutrale Verbindungen des Oxyduls und des Oxyds (oder zuletzt des Oxyds allein) mit der Säure bilden. Die basischen Eisenoxydsalze (basische Eisenoxydulsalze kennt man bis jetzt nicht) sind alle völlig unauflöslich, lassen ihre Säure durch Sieden mit Alkalien kaum fahren und verhalten sich fast wie Oxyd. Die Oxydsalze sind in der Regel schwerauflöslicher, als die Oxydulsalze und erfordern mehr Säure zur Neutralisirung. Der Zusatz von metallischem Eisen zu einer Eisenauflösung hat eigentlich zum Zweck, das beim Sieden sich bildende Oxydsalz zu zerlegen, welches theils durch die Vertheilung des Sauerstoffs, der vom Oxyd an das Eisen tritt, wodurch beide oxydulirt werden, theils durch die wahrscheinlich damit in Verbindung stehende Abscheidung von basischem Oxydsalz bewirkt wird. Der Zusatz des reguliniſchen Eisens vermehrt also das Ausbringen an Eisenoxydulsalz, welches man in der Regel zur Absicht hat. Auch andere Metalle, die, wie das Eisen, zwei oder gar noch mehrerer Oxydationsstufen fähig sind (vom Gold, Silber, Platin, Wismuth, Zink und Tallur kennt man allein bis jetzt nur ein Oxyd, indem es von den neu entdeckten Metallen noch zweifelhaft bleiben muß), bilden mit den Säuren verschiedene Verbindungen, je nachdem das Oxyd oder das Oxydul mit der Säure vereinigt ist; allein die Oxydule der übrigen Metalle sind weniger geneigt sich stärker zu oxydiren und deshalb bieten ihre Verbindungen mit Säuren nicht die auffallenden Erscheinungen dar, welche bei den Eisensalzen gefunden werden. — Ich habe diese allgemeine Bemerkung voranschicken zu müssen geglaubt, um dem Leser die Erklärung mehrerer Erscheinungen, welche Hr. R. damals noch nicht richtig ansehen konnte, selbst zu überlassen.

beschränken, nur die Versuche anzuführen, welche für das praktische Leben von Wichtigkeit sind; ich werde die verschiedenen Auflösungsarten in Rücksicht auf Künste und Handwerke durchgehen und mit der unvollkommensten aber bekanntesten Auflösung, nämlich mit der Verwandlung des Eisens in Rost, den Anfang machen.

§. 213. Vom Verhalten des Eisens an der Luft.

In trockner oder warmer Luft behält das Eisen seine blanke Oberfläche ganz unverändert (§. 17.); wenn die Luft aber feucht ist und wenn eine öftere Abwechselung von Wärme und Kälte statt findet, wird das rein geschliffene Eisen sehr bald zuerst auf einigen Punkten, nämlich da, wo sich ganz kleine, dem bloßen Auge kaum sichtbare Poren oder Undichtigkeiten zeigen, mit einem gelben oder röthlichbraunen erdartigen Rost überzogen, der sich, wie die Strahlen eines Sterns, nach allen Seiten von einem Mittelpunkt aus weiter verbreitet. Nach und nach kann das Eisen durch solchen Rost ganz zerstört werden, weil die Luft das Phlogiston immer mehr an sich zieht und es in einen pulverartigen aufgeschwollenen Rost verwandelt. Es ist mit dem Rosten eben so, wie mit dem Verbrennen des Eisens, indem es auch röthlichgelb wird, den größten Theil seines Phlogistons verliert, zu einem größeren Umfang anschwellt und eine pulverartige Consistenz erhält. Der Rost, welcher zuerst locker war, verhärtet oder sintert nach und nach zusammen, und bildet einen festen Körper oder eine Art von Erz, wovon man bei mehreren Sumpf- und Morasterzen und selbst bei einigen Blutsteinen unläugbare Beweise findet. Während diese Verwandlung vorgeht, bemerkt man an dem Eisen die besondere Eigenschaft, daß es alle anderen festen Körper, vorzüglich Steinarten, wie Mörtel verbindet und an einander befestigt.

In

In den Apotheken kennt man den Eisenrost vorzüglich unter dem Namen Crocus martis aperiens. Zum medicinischen Gebrauch soll er am wirksamsten dargestellt werden, wenn man Feilspäne von Eisen und Stahl der Wirkung des Thaues in freier Luft aussetzt und das Metall auf diese Weise sich langsam in ein Pulver verwandeln läßt. Das Eisen verliert sein Phlogiston dadurch indeß nicht gänzlich, sondern es wird noch ziemlich stark vom Magnet gezogen; durch ferneres Kalciniren im Feuer geht das flüchtige Brennbare aber desto leichter ganz weg, der Rost wird dunkelroth und erhält dieselben Eigenschaften, als der im bloßen Feuer zubereitete Crocus martis adstringens. Wenn man ein reines alkalisches Salz, z. B. Oleum tartari per deliquium, auf verrostetes Eisen streicht, so wird der verhärtete Rost nach einiger Zeit lockerer und läßt sich viel leichter wegbringen (§. 7.). Aus den Eigenschaften des Rostes, sich in Alkalien zum Theil aufzulösen, bei seiner Entstehung krystallartige Vegetationen zu bilden und als Arznei eine eröffnende und stärkende Wirkung zu äußern, sollte man fast schließen, daß er seine Entstehung einer Säure verdanken müßte, welche beim Zutritt der Feuchtigkeit auf das Eisen wirkt und es angreift. Ob diese Säure aber aus dem Eisen oder aus der feuchten Luft kommt, ist bis jetzt noch unentschieden, denn obgleich die atmosphärische Luft sehr viel Luftsäure enthält, welche in Verbindung mit Wasser das Eisen aufzulösen im Stande ist, so werden wir doch weiter unten (§. 216.) sehen, daß die Luftsäure allein nicht die allergeringste Wirkung auf ein reines und polirtes Stück Eisen zu äußern vermogte, so daß der Rost wenigstens durch diese Säure allein nicht entstehen kann. Es wird daher gar nicht unwahrscheinlich, daß das Eisen eben so, wie mehrere andere unedle Metalle, eine eigenthümliche Säure enthält, welche sich beim Zutritt der Feuchtigkeit und der Luft wirksam zeigt,

vor-

vorzüglich da man weiß, daß eine Art Eisen mehr als die andere zum Rosten geneigt ist.

Es ist indeß durch alle Versuche erwiesen, daß das Eisen ohne Zutritt von feuchter Luft eben so wenig rostet, als es ohne Zutritt von Luft verbrennen kann, und aus diesem Grunde wird das Eisen auch durch das Ueberziehen mit anderen Metallen, mit Firniß und mit Emaille gegen das Rosten bewahrt. Es ist merkwürdig, daß die Stellen, von denen man den Rost einmal abgerieben hat, viel geneigter sind, von neuem zu rosten, als die ungerosteten Stellen, welches die Meinung zu bestätigen scheint, daß der Rost eine wirkliche, aus dem Eisen abgeschiedene Säure sey, welche die Feuchtigkeit eben so wie der vitriolische Colcothar an sich zieht. Dadurch wird es auch einleuchten, warum Alkali das Rosten verhindert und den schon entstandenen Rost auflöst, indem es sich mit der Säure verbindet *).

Ich habe vorhin bemerkt, daß die reine Luft auf das blanke und polirte Eisen keine Wirkung äußert; um indeß zu sehen, ob das Eisen bei einer großen Oberfläche, z. B. in Gestalt von Feilspänen, keine Veränderung oder Verminderung der Luft hervorbringen könne, stellte ich folgenden Versuch an. Es wurden 2 Loth Roheisenbohrspan bei einer Wärme von 10 Grad über dem Gefrierpunkt, in eine gläserne Retorte gethan, die Mündung derselben verkorkt und dann unter Wasser ge-

*) Bis jetzt weiß man noch nicht mit Bestimmtheit, was der Rost eigentlich ist. Nach Bergman soll er aus 24 Kohlensäure und 76 Oxyd bestehen, allein dies Verhältniß ist den übrigen Verbindungen der Kohlensäure mit den Basen durchaus nicht angemessen, auch hat B. das Wasser als einen nothwendigen Bestandtheil des Rostes ganz übersehen. Hausmann hält den Rost für eine Verbindung des Eisenoxyd mit Wasser, und glaubt, daß die Kohlensäure nur zuweilen ein zufälliger Bestandtheil sey. Nach Thompson ist er basisches kohlensaures Eisenoxyd, dessen Farbe durch Wasser veranlaßt sey, weil er sich in Säuren mit Aufbrausen auflöst, welche Behauptung durch meine Versuche bestätigt wird.

gebracht, um alle Veränderungen der Temperatur beim Oeffnen der Retorte zu vermeiden. Als nach Verlauf von einigen Monaten die Wärme um einige Grade abgenommen hatte, zog ich den Kork unter dem Wasser heraus, und fand es sehr natürlich, daß das Wasser im Retortenhals beträchtlich stieg. Ich ließ die Retorte nun einige Tage lang unverkorkt stehen, bis es so kalt geworden war, daß das Wasser in der Vorlage um den Retortenhals zu frieren anfing; die Luft hatte sich jedoch in der Retorte nicht so stark zusammengezogen, daß das Wasser bis in den Bauch getreten wäre, obgleich es im Halse weit höher stand, als vorher. Jetzt ward die ganze Vorrichtung an einen warmen Ort gebracht, worauf das Wasser wie ein Barometer fiel und stieg, bis ich die Vorrichtung recht hoch in die Höhe stellte, um die warme Temperatur dadurch recht gleichmäßig zu erhalten. Nach einigen Wochen fand ich das Wasser im Retortenhals ungewöhnlich hoch gestiegen, und bei genauerer Untersuchung bemerkte ich sogar, daß es in den Bauch der Retorte getreten war und darin schon höher stand als die Bohrspäne. Bei Tage fiel das Wasser im Retortenhalse etwas; als ich die ganze Vorrichtung aber in die Kälte stellte, stieg es sehr schnell in die Höhe und füllte einen großen Theil der Retorte aus; brachte ich die Retorte wieder in die Wärme, so fiel das Wasser im Retortenhalse so sehr, daß es schien, als wäre es gänzlich ausgetrieben. Ich verkorkte die Retorte unter dem Wasser, nahm sie dann heraus und brachte einen brennenden Spahn hinein, der aber sogleich erlosch, sey es weil die Oeffnung der Retorte zu enge, oder weil die Luft zu schlecht war. Die atmosphärische Luft muß entweder für sich allein dieselben Erscheinungen hervorbringen können, oder sie ist durch den Bohrspan so verändert und ihr Volum so vermindert worden, daß das Wasser in der Retorte in die Höhe steigen konnte. Geschah das letztere, so

muß

muß die gute Luft, nach Scheele's Theorie, das Phlogiston des Bohrspans an sich gezogen haben, wodurch Hitze entstand, welche durch das Glas entwichen ist. Ein zweiter Versuch mit 2 Loth Eisenfeilspan scheint dies zu bestätigen. Die Retorte ward eben so wie beim ersten Versuch versperrt, aber erst nach 6 Wochen in einer warmen Temperatur geöffnet, wobei das Wasser dennoch bis hoch in den Hals hinaufstieg. Wäre hier keine Luft verloren gegangen, so hätte die Wärme das Aufsteigen des Wassers verhindern müssen. Uebrigens zeigten sich hier ganz dieselben Erscheinungen, wie beim ersten Versuch.

§. 214. Versuche über Sinterungen mit Eisen.

Ob die Eigenschaft des Eisens, zu rosten und zu einer harten Masse zusammenzusintern, wovon wir eben gesprochen haben, auch zur Darstellung eines Kittes oder eines Verbindungsmittels für andere harte Körper benutzt werden kann, wollen wir jetzt untersuchen. Wie es mit diesen Sinterungen zugeht, findet man in mehreren Schriften, und kann sich davon durch tägliche Erfahrungen auf Kanonengießereien belehren, indem das Bohrmehl durch Liegen an der Luft verrostet und zu festen Massen zusammensintert, die äußerlich das Ansehen des reinen Roheisens haben, inwendig aber wie schwarzbrauner Blutstein aussehen und alle mögliche Unreinigkeiten, Sand, Stein, Kohlen, Holzspäne u. s. f., enthalten. Ein Cement aus diesem Bohrspan mit etwas Kalk giebt nach meinen Erfahrungen für Bretterdächer die dauerhafteste und beste Bedeckung, es sey denn, daß sich der Eisenrost nach dem Sintern noch mehr zerstört, wovon mir aber kein zuverläßiges Beispiel bekannt ist.

Um das Verhalten des Eisens beim Zusammensintern durch Rosten für sich allein und mit Zusätzen zu untersuchen, stellte ich folgende Versuche an. Die sechs

ersten

ersten Mischungen haben gleich lange, nämlich ein Jahr lang, in besondern Gläsern gestanden.

1. Ein Probircentner reiner Feilspan von Stabeisen ward in einem offnen gläsernen Kolben in einem nicht geheizten Zimmer ein Jahr lang hingestellt und mit reinem Wasser durch fortgesetztes Nachtröpfeln feucht erhalten. In den ersten Monaten rostete der Feilspan nur stellenweise, und hing an diesen Stellen fest mit dem Glase zusammen; zuletzt verwandelte sich aber alles in eine körnige, äußerlich rostfarbene und inwendig schwarze Masse, welche mit dem Glase fest zusammenhing und 8 Procent am Gewicht zugenommen hatte. Nach dem Kalciniren im Probirofen hatte der Kalk eine violette Farbe angenommen und war $23\frac{1}{2}$ Procent schwerer geworden.

2. Ein Probircentner Feilspan von derselben Beschaffenheit war ein Jahr lang unter denselben Umständen mit zerflossenem Weinsteinsalz feucht erhalten; er blieb durchaus unverändert, ohne zu rosten oder sich aufzulösen, welches auch bei andern alkalischen Laugen geschah, so daß Alkali das Rosten nicht befördert, sondern verhindert. Der Feilspan hatte aber durch das Alkali 10 Procent am Gewicht zugenommen, und nach dem Kalciniren betrug die Gewichtsvermehrung sogar 33 Procent, wobei sich seine Farbe in dunkelgrün und nach einigen Tagen in dunkelbraunroth umwandelte. Durch Kochen mit Wasser ließ sich nicht die geringste Spur einer Auflösung des Eisens durch Alkali bemerken *).

3. Ein

*) In einer Auflösung von reinen Alkalien scheint sich das metallische Eisen zwar nicht schneller zu oxydiren, als wenn es bloß mit reinem Wasser digerirt wird: allein das Alkali verzögert, nach meinen Versuchen, die Bildung des Oxyds, indem das Eisen länger in dem Zustand des grünen Eisenoxydulhydrats bleibt. Eben dies ist beim Digeriren des Eisens mit einer Boraxauflösung der Fall, welches bekanntlich basisches boraxsaures Natron ist.

3. Ein Centner von diesem Feilspan auf dieselbe Art mit Weingeist behandelt, rostete nicht, sondern war am Ende des Jahres noch eben so blank als anfänglich.

4. Durch eine Salmiakauflösung sinterte der Feilspan schon nach 4 Monaten ganz fest zusammen und sah äußerlich wie ein brauner glänzender Blutstein aus. Das Eisen hatte sich durchaus in einen braunrothen Rost verwandelt und war so hart zusammengesintert, daß es sich mit dem Stahl poliren ließ; am Glase saß es so fest, daß es sich nicht ablösen wollte, weshalb ich es wieder mit Wasser befeuchtete, worauf es sich nach einem Monat ablöste. Nach 10 Monaten verlor die Masse ihre Härte, sie quoll in die Höhe und zerfiel von selbst zu Pulver, welches 148 Pfund wog, also durch das Salz um 48 Procent schwerer geworden war. Nach dem Auslaugen und starken Kalciniren im Probirofen ward der Kalk dunkelroth und wog nur noch 28 Procent mehr als der Feilspan.

5. Eine Auflösung des Salmiak in Essig verwandelte den Feilspan in 3 Monaten in einen braunen Rost, der aber nicht hart war. Durch neue Anfeuchtung mit Essig sinterte die Masse nach einem Monat zu einem Klumpen zusammen, welche durch Befeuchten mit Wasser binnen einem Jahr zu einem braunen Rost zerfiel, welcher 77 Procent schwerer geworden war. Nach dem Kalciniren ward der Kalk heller und wog 34 Procent mehr als der Feilspan.

6. Ein Centner Feilspan mit eben so viel Schwefel zusammengerieben und mit Wasser befeuchtet, entwickelte schon beim Zusammenreiben Wärme, und sinterte nach 6 Monaten beinahe eben so fest wie No. 4 zusammen. Aeußerlich war die Masse rostfarbig, auf dem Bruch aber schwarz und zeigte noch unveränderte Schwefel- und Eisentheile. Durch neues Befeuchten mit Wasser

ward

ward die Masse in einem halben Jahr noch härter als Blutstein, sie saß sehr fest am Glase, ohne sich aber ausgedehnt oder zusammengezogen zu haben, und wog 254 Pfund, war also 54 Procent schwerer geworden. Durch Kalciniren im Probirofen ward sie dunkelroth und wog 133 Pfund, oder 33 Procent mehr als zuerst. Vom Magnet ward sie nicht merklich gezogen.

7. Eisenfeilspan, der mit einer Auflösung von Kochsalz im Wasser angefeuchtet und auf einem Brett ausgebreitet ward, war schon in 8 Tagen geröstet und zusammengesintert. Durch stärkeres Befeuchten mit Salzwasser war die Erhärtung nach 3 Wochen noch stärker, und auf der gerösteten Oberfläche befanden sich viele kleine Wassertropfen, welche herausgepreßt zu seyn schienen und im höchsten Grade zusammenziehend, aber durchaus nicht salzig schmeckten. Mit Salpetersäure brauste dies Wasser heftig auf, wobei sich ein braunes Pulver niederschlug, welches aus Eisen bestand und durch einen stärkeren Zusatz von Scheidewasser wieder aufgelöst ward. Das gelbe Wasser scheint also Mineralalkali aus dem Kochsalz zu seyn, welches etwas Eisen aufgelöst hat, während sich die Salzsäure mit dem Eisenrost verbindet (§. 255.).

Ich ließ die gesinterte Masse ein ganzes Jahr lang an der freien Luft stehen; sie blieb aber gleich hart und ließ sich kaum von dem Brett abtrennen. Um zu sehen, ob sich Eisen wirklich in Salzwasser auflösen würde, kochte ich zusammengesinterten Feilspan in einer starken Salzlauge. Es entstand beim Kochen ein starkes Aufbrausen, und der Eisenrost, welcher vorher röthlichgelb gewesen war, ward nun ganz schwarz *), allein die Salzlauge hatte nicht das geringste vom Eisen aufgelöst. — Um aber auch zu erfahren, ob sich die Natur des

Koch-

*) Er war aus dem Zustand des Hydrats in den des Oxyduls übergegangen.

Kochsalzes durch das Rosten des Eisens verändert habe, laugte ich es aus dem Rost mit siedendem Wasser aus, seihete die Auflösung durch, dampfte sie ab und ließ sie anschießen, erhielt aber reines unverändertes Kochsalz. Der nach dem Kochen zurückgebliebene Rost sinterte nach einiger Zeit stark zusammen, obgleich etwas schwächer als zuerst.

8. Fein gesiebter Bohrspan von grauem Roheisen ward mit einer Auflösung von Eisenvitriol in Wasser angefeuchtet; er sinterte nach einigen Tagen mit einer röthlichbraunen Farbe zusammen und ward nun mit mehr Vitriollauge befeuchtet, worauf die ganze Masse nach 4 Monaten zu Pulver zerfiel, welches durch Auslaugen Eisenvitriol gab. Der Rückstand ward durch Kalciniren schwarz und gab keinen Schwefelgeruch zu erkennen, obgleich Kohlenstaub zugesetzt ward.

9. Derselbe Roheisenbohrspan ward durch Befeuchten mit Kupfervitriol warm und es schlug sich Kupfer auf dem Eisen nieder. Nach 8 Tagen war die Masse ziemlich fest zusammengesintert, hatte eine hellbraune Farbe und ward mit mehr Kupferwasser befeuchtet, wobei sich wieder Wärme entwickelte. Nach 4 Monaten war alles zu einem rostigen Pulver zerfallen, welches durch Kalciniren schwarz ward, und woraus ich durch Kochen mit Wasser etwas Eisen erhielt.

10. Bohrspan mit einer Alaunauflösung angefeuchtet, entwickelte keine Wärme, wohl aber hepatische Luft, welche bei anderen Salzen nicht entstand. Nach acht Tagen hatte sich der Bohrspan mit einer gelblichbraunen Farbe zusammengesintert und ward mit mehr Alaunlauge befeuchtet, worauf die Masse zu einem pulverartigen Rost zerfiel, aus welchem ich durch Kochen mit Wasser Eisenvitriol erhielt. In der Glühhitze ward das Pulver röthlichbraun.

11. Durch

11. Durch Befeuchten mit Flußspathsäure ward der Bohrspan äußerlich rostfarbig und inwendig schwarz, er wollte aber nicht zusammensintern, sondern ward immer lockerer und zerfiel zuletzt zu einem braunen Rost.

12. Bohrspan, der mit einer Auflösung von reinem Salpeter befeuchtet ward, sinterte schon nach 4 Tagen zusammen und gab die allerhärteste schwarzbraune Masse, aus welcher ebenfalls gelbe alkalische Wassertropfen gleichsam ausgepreßt waren. Weil die Masse fest am Brett hing, so ward sie aufs neue mit Salpeterlauge befeuchtet, erhärtete aber nach 4 Monaten fast zu Stein und ließ sich gar nicht mehr vom Brett abtrennen. Sie ward abermals befeuchtet, und entwickelte braune Tropfen und haarartige Krystalle, ohne von der Härte etwas zu verlieren. Ich pulverisirte etwas von der zusammengesinterten Masse und kochte sie mit Wasser, wodurch ich eine Lauge erhielt, welche Eisen aus der Auflösung in Vitriolsäure niederschlug, zum Beweise, daß sich wirklich etwas Alkali durch doppelte Wahlverwandtschaft (nämlich durch die Verbindung der Säure mit dem Eisen oder dessen Phlogiston und des Alkali mit der Luftsäure) aus dem Salpeter abgeschieden hatte.

13. Durch Befeuchtung mit Kochsalz und Alaun erhitzte sich der Bohrspan in freier Luft nach einigen Tagen und quoll durch häufiges Beregnen so auf, daß er die hölzerne Form, in welcher die Masse lag, auseinander sprengte. Die obere und untere Rinde blieben hart, in der Mitte war der Bohrspan aber bloß verrostet.

14. Zwei Theile feiner Bohrspan wurden mit einem Theil feinem Ziegelmehl vermengt, und mit etwas Salz und Alaunwasser angefeuchtet, in einem hölzernen Gefäß der freien Luft ausgestellt. Beim Anfeuchten erhitzte sich das Gemenge so sehr, daß man es kaum in der Hand halten konnte. Nach 2 Tagen war es ziemlich

fest

fest zusammengesintert, ohne sich merklich ausgedehnt zu haben; nach 8 Tagen zeigten sich äußerlich aber Risse und die Härte hatte dabei so sehr zugenommen, daß man mit dem Grabstichel kaum ein Loch bohren konnte. Am Holz saß es indeß nicht fest, sondern ließ sich leicht aus der Form nehmen. Nach mehreren Monaten blieb es in freier Luft noch unverändert, und durch Glühen fiel es nicht auseinander, sondern ward nur etwas trockner.

15. Ein Gemenge aus 2 Theilen Bohrspan und 1 Kalk erhitzte sich beim Befeuchten mit Salz und Alaunwasser nicht, sinterte aber fest zusammen, ohne sich auszudehnen oder zusammenzuziehen, und ließ sich nur mit Mühe vom Holz trennen. Das Gemenge war auch etwas härter als das vorige, und ward durch gelindes Glühen weniger locker. Ich kittete mit einem solchen Cement aus gleichen Theilen Bohrspan und Kalk, durch Befeuchten mit der vorhin genannten Salzlauge, ein Stück Gotländischen Sandstein und einen Ziegelstein an einander, welche nach 14 Tagen an freier Luft so fest zusammenhielten, daß man sie mit den Händen nicht trennen konnte.

16. Wenn ich statt des Kalkes einen röthlichblauen mit Staubsand gemengten Thon nahm, so erhielt ich ein eben so festes Cement, welches durch starkes Glühen noch fester ward, ohne Risse zu bekommen.

17. Ein Theil feiner Eisenfeilspan und 2 gebrannter Gips sinterten mit reinem Wasser sehr fest zusammen, und wurden noch fester, nachdem das Gemenge ein Jahr lang in freier Luft gelegen hatte. In der Glühhitze verbreitete es einen Schwefelgeruch wie Schwefelkies, und ward schwarz, ohne auseinander zu fallen. Auch der ungebrannte Gips gab ein Cement, welches der Luft und der Nässe trotzte, aber durch Brennen ward es weniger hart. Eisenrost mit Kalk gab

durch

durch Befeuchten mit Salzlauge kein sehr festes Cement.

18. Gleiche Theile Bohrspan und Sandsteinmehl mit Salzlauge befeuchtet, rosteten zwar schnell zusammen und veränderten sich auch nicht an der Luft; die gesinterte Masse war aber nicht härter, als gewöhnlicher Mörtel.

19. Gleiche Theile Bohrspan und Kalk wurden mit Pechöl zu einem Kitt gemacht, um Stücken von Roheisen mit einander zu verbinden. Nach einigen Wochen war das Gemenge fest zusammengesintert, indem das Eisen von der Holzsäure im Pechöl aufgelöst ward, so, daß man die Roheisenstücken nur mit großer Mühe trennen konnte. In manchen Fällen kann dieser Kitt nützlich seyn, allein er ist nicht dauerhaft, vorzüglich nicht in der Nässe, weil das Oelartige, welches eigentlich die Verbindung hervorbringt, ausgelaugt wird, oder an der Luft verdunstet, auch in der Hitze zerstört wird, wodurch der Kitt zu Pulver zerfällt.

20. Drei Loth fein gesiebter Eisenfeilspan, ein Loth Kalk und $\frac{1}{8}$ Loth gebrannter Alaun wurden mit geschlagenem Eyweiß zu einem Kitt verbunden, welcher so gut erhärtete, daß sich Roheisenstücken sehr fest mit einander verbinden ließen; er ist aber in der Nässe und in der Hitze eben so zerstörbar, als der vorige. Ueberhaupt kann keine Flüssigkeit aus dem Thier- und Pflanzenreich durch Sinterungen mit Eisen einen dauerhaften Kitt geben. Der bekannte Steinkitt aus Theer, Kalk, Ziegelmehl und Hammerschlacke hält deshalb auch die Wirkungen der Luft und der Feuchtigkeit nicht aus.

Ueber das Verhalten der Hammerschlacke statt des reinen metallischen Eisens beim Sintern, mit einem Zusatz von Kalk und reinem glasigen Sand, sehe man die Preisschrift von 1766 auf die Frage: Wie lassen sich gute Ziegeln ohne Brennen anfertigen? Es geht daraus hervor, daß die reine eisenreiche Hammerschlacke,

vorzüglich die Stockschlacke, eben so wie das metallische Eisen mit Wasser rostet, weshalb sie zu solchen Sinterungen, für welche die reinen Feil- und Bohrspäne zu theuer seyn würden, gebraucht werden kann. 3 Theile Kalk, 2 Sand und 1 Frischschlacke gaben mir einen vortreflichen Mörtel, der eine dauerhafte Bedeckung für hölzerne Häuser gewährte. Die Schlacke muß aber schwer, eisenreich und sogenannte Gaarschlacke seyn, auch muß sie ganz fein gepocht werden. Die Stockschlacke und die beim Ausbrechen des Eisens im Feuer zurückbleibenden Schlacken sind vorzüglich gut, und etwas beigemengtes feines Gestübbe ist nicht nachtheilig.

Aus allen diesen Versuchen geht hervor:

a. Daß die Salpeterlauge unter allen Salzen das Sintern des Eisens durch Rosten am stärksten befördert, und daß man dadurch einen sehr dauerhaften Eisenkitt erhält, der sich oft zur Verbindung gegoßner Eisentheile und selbst zum Ausflicken von Gußlöchern u. s. f. anwenden läßt.

b. Daß der Roheisenbohrspan eben so stark, als der Feilspan von geschmiedetem Eisen zusammensintert.

c. Daß gebrannter Gips und demnächst Kalk und Ziegelmehl die besten Zusätze für Eisen und Steinkitt abgeben.

d. Daß einige Sinterungen zwar anfänglich hart seyn können, mit der Zeit aber zerfallen.

e. Daß Vitriollaugen gar keine Sinterung bewirken.

f. Daß Kochsalz und Salpeter beim Sintern oder Rosten des Eisens bis zu einem gewissen Grad zersetzt werden.

g. Daß Weingeist eins der vorzüglichsten Mittel ist, das Rosten des polirten Eisens zu verhindern.

h. Daß reines Alkali das Eisen beim Digeriren durchaus nicht auflöst.

i. Daß zu einem starken Zusammensintern eine mäßige Befeuchtung mit solchen Substanzen, welche das Rosten befördern, ohne das Eisen zu sehr anzugreifen, erforderlich ist.

k. Daß nur dann ein Zusammensintern erfolgt, wenn das Eisen entweder durchaus, oder wenigstens zum Theil metallisch ist. Eisenocker ist daher nicht anwendbar *).

Die

*) Bei der Untersuchung des Verhaltens der so genannten alkalischen Salze mit Eisen darf die wichtige Rolle, welche die Kohlensäure spielt, wenn sie nicht ausgeschlossen wird, nicht übersehen werden. Ich habe Auflösungen von neutralem, schwefelsaurem, salpetersaurem und salzsaurem Kali, Natron und Ammonium acht Tage lang unausgesetzt mit metallischem Eisen in bedeckten Gefäßen digerirt, jedoch die Flüssigkeit niemals so stark verdampfen lassen, daß die Oberfläche des Eisens entblößt worden wäre. Beim vitriolisirten Weinstein, Glaubersalz, prismatischen und rhomboidalischen Salpeter, beim Digestivsalz und Kochsalz zeigten sich durchaus dieselben Erscheinungen; das Eisen verwandelte sich nämlich bloß in ein rostfarbenes Hydrat, welches aber bei den Gegenversuchen mit Eisen in reinem destillirtem Wasser eben so schnell und fast eben so häufig entstand. Der vitriolische Salmiak, der Salpetersalmiak und der Salmiak wurden dagegen theilweise zersetzt, wobei sich Ammonium verflüchtigte, viel Eisenhydrat (vielleicht auch basische Eisensalze) und dreifache Salze aus Eisenoxydul, Ammonium und Säure entstanden. Die vollständige Zersetzung der ammoniakalischen Salze ist mir nicht gelungen. Ohne Zweifel ist die Flüchtigkeit des Ammoniums die Ursache dieser partiellen Zersetzung, welche bei den Salzen aus den beiden feuerbeständigen Alkalien gar nicht statt findet. Der Widerspruch mit den Erfahrungen des Hrn R. und anderer Chemiker erklärt sich durch den Zutritt der Kohlensäure, wenn das metallische Eisen mit den Auflösungen jener Salze bloß befeuchtet und der Luft ausgesetzt wird. Die vereinten Wirkungen des sich bildenden Eisenoxyduls auf die Säure des Salzes und der Kohlensäure in der Atmosphäre auf das Alkali, scheinen dann eine partielle Zersetzung zu bewirken, welche um so schneller erfolgt, je mehr das Alkali zu efflorescirenden Gelegenheit findet und dazu geneigt ist. Aus dem letzten Grunde treten die partiellen Zersetzungen der Natronsalze schneller ein, als die der Kalisalze, und aus dem ersten Grunde erfolgt die partielle Zersetzung schneller, wenn das Eisen recht viele hervorragende Spitzen hat. War das metallische Eisen mit den Auflösungen der fixen alkalischen Salze völlig bedeckt, so habe ich niemals eine Zersetzung bemerkt.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß das Schleifsteinmehl, welches aus Sand und aus feinen abgeschliffenen Eisentheilchen besteht, eine gute Berappung für massive Wände gewährt, wenn es nicht lange an der Luft gelegen hat, weil Regen und feuchte Luft die feinen Eisentheilchen mit dem Sand oder Kalk, der zum Mörtel angewendet wird, fest verbindet. Vitriol und Thon geben keinen solchen Mörtel, weil der Thon von selbst an der Luft zerfällt und der Ocker im Vitriol nicht metallisch genug ist.

§. 215. Vom Verhalten des Eisens zum Wasser.

Schon vorhin (§. 213.) haben wir von der sehr bekannten Erfahrung gesprochen, daß das Eisen von der feuchten Luft angegriffen wird, und daraus sollte man schließen, daß auch das Wasser einige Wirkung auf das Eisen äußere. Diese Wirkung ist indeß sehr verschieden, je nachdem die Luft mehr oder weniger freien Zutritt hat und das Wasser mehr oder weniger Luftsäure enthält. Eisen, welches in blauem Thon eingehüllt länger als 100 Jahr unter Wasser gelegen hatte, war ganz blank geblieben. Folgende Versuche geben über die Wirkung des Wassers auf das Eisen näheren Aufschluß.

1. Reiner Eisenfeilspan ward in einem offnen, bloß mit Papier bedeckten Glase mit Flußwasser 8 Monate lang hingestellt und oft umgerührt. Was nicht niedergesunken, sondern auf der Oberfläche des Wassers und an den Wänden des Gefäßes hängen geblieben war, rostete bald und setzte sich als eine gefärbte Haut ab; was aber unter dem Wasser gelegen hatte, war zu einem schwarzen Pulver, oder zu einem auf nassem Wege bereiteten Eisenmohr geworden, indeß war dies schwarze Pulver doch mit etwas Ocker bedeckt und ein großer Theil Feilspan lag noch ganz blank auf dem Boden.

Nach-

Nachdem das Wasser abgegossen war und die Luft hinzutreten konnte, verwandelte sich die schwarze Farbe bald in eine Rostfarbe, weshalb das Wasser in einem gut verschloßnen Apparat abdestillirt werden mußte, um die schwarze Farbe zu erhalten. Das Wasser zeigte bei der Prüfung mit Galläpfeln, Blutlauge, Lakmus und Curcuma keine Spur von Eisen oder von Säure. Es kann also nicht jedes Wasser beim Zutritt der Luft Eisen, wenigstens nicht jede Art von Eisen, auflösen, sondern nur in sofern, als es mehr oder weniger Luft enthält, welche das Phlogiston anzieht und dadurch das Metall zersetzt. Daß sich das Eisen dabei in ein feines Pulver verwandelt, welches vom Magnet eben so stark als das reine Metall angezogen wird, ist wohl der eigenthümlichen Säure des Eisens zuzuschreiben, welche das schwarze metallische Pulver noch zurückhält, wie folgender Versuch zu beweisen scheint.

2. Bohrspan von grauem Roheisen, der nicht geröstet war, ward in ein gut verkorktes Gefäß gethan, und dieses mit Flußwasser ganz angefüllt, so daß gar keine Luft zurückbleiben konnte. Das Gefäß blieb mehrere Monate lang in einer mittleren Temperatur stehen, und der Bohrspan ward während dieser Zeit täglich umgeschüttelt. Es zeigten sich dabei folgende Erscheinungen:

a. Bei jedem Umschütteln entwickelten sich Luftblasen, welche sich unter dem Kork anhäuften. Wenn die Flasche einige Zeit ruhig stehen blieb, so verminderte sich die Luft, nahm aber nach dem Umschütteln wieder den vorigen Raum ein, so daß man deutlich bemerken konnte, daß das Eisen die Luft entwickelte und wieder verschluckte.

b. Beim Oeffnen des Pfropfens entzündete sich die Luft an der Lichtflamme mit einem kleinen Knall, wie es die brennbare Luft, welche man durch die Auflösung

des

des Eisens in Vitriolsäure erhält, mit der atmosphärischen Luft zu thun pflegt. Diese Luft war theils im Wasser, theils in den Feilspänen enthalten gewesen.

c. Ein Theil Bohrspan hatte sich in ein schwarzes Pulver oder in Eisenmohr verwandelt.

d. Das Wasser zeigte keine Spur von Säure an.

e. Etwas Eisen schien es aber doch zu enthalten, weil es durch Galläpfeltinktur violett ward, auch mit Blutlauge eine blaue Wolke gab. Es ist indeß möglich, daß die feinen Eisentheilchen mechanisch darin schwammen. Eben dieser Versuch ward gleichzeitig mit Feilspänen von Stahl und Stabeisen gemacht; beide gaben ebenfalls brennbare Luft, das Wasser zeigte aber schwächere Spuren von Eisen, obgleich es bei beiden eine gelbliche Farbe hatte, wogegen das Wasser von Roheisen klar und farbenlos war. Die Feilspäne waren zum Theil in Eisenmohr verwandelt.

Es scheint aus diesen Versuchen zu folgen, daß das Eisen etwas Luft enthält, welche zugleich mit etwas Brennbarem vom Wasser ausgetrieben und dann vom Eisen wieder eingesogen wird; daß die eigenthümliche Säure des Eisens wirklich etwas Metallisches auflöst, daß diese Säure aber mit der metallischen Erde so verbunden ist, daß sie nicht für sich dargestellt werden kann, und daß das Roheisen mehr Phlogiston und Säure als das Stabeisen enthält, weshalb es auch im Wasser auflöslicher ist, als dieses. Auch zeigen diese Versuche, daß die Auflösung vorzüglich in verschlossenen Gefäßen erfolgt, daß sie aber auch in offenen Gefäßen erfolgt, nur daß die brennbare Luft im letzten Fall Gelegenheit hat zu entweichen.

4. Um zu sehen, ob die Luftsäure bei diesen Erscheinungen vielleicht wirksam seyn könne, ward das Wasser stark abgekocht und der Versuch auf dieselbe Art wiederholt. Es zeigten sich indeß dieselben Erschei-

nun-

nungen, wie bei dem unabgekochten Wasser, und destillirtes Wasser wirkte auf dieselbe Art *).

5. Auch im Kalkwasser ward der Bohrspan vier Monat lang in einer ganz angefüllten gut verstopften Flasche aufbewahrt. Es stiegen einige Luftblasen aus dem Eisen auf, welche sich nicht weiter vermehrten. Das Wasser war ganz klar geblieben, hatte einen eisenhaften Geschmack und gab mit gereinigter Blutlauge eine Anzeige auf Berlinerblau. Fixes und flüchtiges Alkali schlugen einen gelben Ocker nieder. Das Wasser war noch Kalkwasser und gab mit Luftsäure den gewöhnlichen Niederschlag.

6. Feilspäne von kaltbrüchigem Stabeisen verhielten sich im Kalkwasser gerade so, indeß zeigte das Wasser keine Spur von aufgelöstem Eisen, und das Kalkwasser war völlig klar geblieben. Diese Eisenarten müssen also keine Spur von Luftsäure enthalten.

7. Um zu sehen, ob die durch das Verbrennen des Eisens entstehende Eisenschlacke Luftsäure enthalte, pulverisirte ich sie, übergoß sie mit starker Vitriolsäure und sammelte die aufsteigenden Dämpfe oder Luftarten über Kalkwasser, wie man die Luftsäure gewöhnlich aufzufangen pflegt. Die Schlacke löste sich zwar zum Theil ohne Beihülfe von Wärme auf, das Kalkwasser ward aber nicht merklich verändert. Durch Erwärmung schienen sich nach 24 Stunden zwar einige feine weiße Theilchen im Kalkwasser abzusetzen, es ließ sich indeß nicht mit Sicherheit behaupten, ob die Luftsäure aus der Schlacke dazu Veranlassung gegeben habe. Die wenige Luft, welche sich entwickelt hatte, verhielt sich durch-

*) Nachdem wir jetzt wissen, daß das metallische Eisen nicht bloß in der Glühhitze, sondern auch schon in der gewöhnlichen Temperatur das Wasser zu zersetzen vermag, bedarf es über die Entstehung des Rostes keiner weiteren Erklärung.

durchaus wie gemeine Luft und war nicht brennbar, wie die aus metallischem Eisen mit Vitriolsäure.

§. 216. Vom Verhalten des Eisens mit Luftsäure.

Daß das Eisen von der Luftsäure allein, ohne Feuchtigkeit, nicht angegriffen wird, haben wir vorhin (§. 213.) gesehen; auch haben wir eben gezeigt, daß das reine Wasser nur eine sehr unbedeutende Wirkung äußert. Kräftiger wirkt hingegen die Verbindung der Luftsäure mit Wasser. Bergman hat die Erscheinungen und die Gründe derselben in seinen Schriften zwar ausführlich abgehandelt; die Ordnung erfordert es indeß, daß ich hier einige Versuche über die Auflösung des Eisens anführe.

Die Luftsäure ward auf die gewöhnliche Art durch Behandlung der Kreide mit Vitriolsäure bereitet und in einer mit reinem Wasser angefüllten Flasche aufgefangen. In dieses Wasser ward reiner ungerösteter Eisenfeilspan, in Leinwand gebunden, gehängt, und ein reingefeilter Eisendrath so hineingestellt, daß das obere Ende über der Wasserfläche hervorragte. Den ganzen Apparat ließ ich zwei Monate lang in einer gut verschlossenen Flasche ruhig stehen. Beim Oeffnen fand ich das Wasser ganz klar und farbenlos; es roch etwas stiptisch, fast wie eine Auflösung des Eisens in schwacher Vitriolsäure, und hatte den Geschmack wie ein natürliches starkes martialisches Mineralwasser. Trocknes flüchtiges Alkali bewirkte eine milchweiße Trübung, und schlug das Eisen weiß und als eine buntfarbige Haut nieder, welche aber durch die Verdunstung des Phlogiston bald eine Rostfarbe annahm. Galläpfel und andere Reagentien gaben sehr deutlich eine starke Auflösung des Eisens zu erkennen, welches sich auch in kurzer Zeit von selbst als

Ocker

Ocker abschied *). Am merkwürdigsten schien mir das Verhalten mit Blutlauge, indem sie das Eisen zuerst weiß niederschlug, worauf der Niederschlag erst grün und nach einigen Stunden blau ward und eine buntfarbige Haut auf dem Wasser bildete. Nach einigen Tagen hatte der Niederschlag mehrere Lagen oder Schichten von verschiedener Farbe gebildet, von denen die unterste weiß, die darauf folgende hellblau, die dritte dunkelblau und die oberste rostfarbig war. Nach einiger Zeit war auch die weiße Schicht dunkelblau und die dunkelblaue noch dunkler, nämlich schwarz oder schwarzblau geworden. Der weiße Niederschlag mußte also am mehrsten, der hellblaue weniger, der dunkelblaue noch weniger und der rostfarbene am wenigsten Luftsäure und Phlogiston enthalten. Als alles Rostfarbene abgeschieden war, setzte sich ganz feines Berlinerblau ab, welches noch etwas ins Seladonfarbene oder Grüne spielte. — Kalkwasser, zerflossenes Weinsteinsalz und kaustisches Alkali schlugen das Eisen aus der Auflösung

*) Das kohlensaure Eisenoxydul ist in sehr vielem Wasser auflöslich und kann durch freie Kohlensäure in der gewöhnlichen Temperatur auch lange aufgelöst bleiben. Die Auflösbarkeit scheint durch Kohlensäure, durch kohlensaure alkalische Salze, auch wohl durch andere alkalische Salze vermehrt und (wahrscheinlich durch das Streben zu einer Bildung 3 und 4facher Salze, wodurch vielleicht die stärkere Oxydation verhindert wird) befestigt zu werden. Ob es ein neutrales, oder vielleicht nur bloß ein basisches kohlensaures Eisenoxyd giebt, ist noch nicht entschieden. Die im Wasser auflösbare und sogar krystallisirbare Verbindung des Eisenoxyds, des Kali und der Kohlensäure, welche Hr. Döbereiner (Schweiggers neues Journ. f. Chem. u. Phys. IX. 1-8.) erhalten hat, ist nicht für solche zu halten, sondern sie war ein vierfaches Salz aus Eisenoxyd, Alkali, Kohlensäure und Salzsäure. Gewiß ist es aber, daß die Verbindung des Eisenoxyd mit Kohlensäure, sie sey nun neutral oder bloß basisch, für völlig unauflöslich im Wasser zu halten ist, weshalb sich das kohlensaure Eisenoxydul auch mit der Zeit aus der Auflösung im Wasser abscheiden muß. Giebt es ein neutrales kohlensaures Eisenoxyd, so muß es 46,9 Kohlensäure und 53,1 Eisenoxyd enthalten, so wie das kohlensaure Oxydul aus 38,92 Säure und 61,08 Oxydul besteht. Hrn. Döbereiners auflösliches kohlensaures Eisenoxyd ist von Stahls Eisentinktur (§. 230.) nicht verschieden.

lösung in Luftsäure ebenfalls mit grüner Farbe nieder, allein die Niederschläge wurden durch den Zutritt der Luft bald rostfarbig. Essigsaures Blei schlug sogleich einen hellgelben Ocker nieder. — Der Eisendrath hatte sich unter dem Wasser mit einem schwarzen Schlamm bedeckt, welcher das Ansehen von Tusche hatte, und sich schnell trocknen ließ, ohne zu rosten; an der Luft war er aber nicht beständig, sondern bekam Rostflecke, und war also eine Art von Mohr, welcher zum Theil vom Magnet gezogen ward. Unter diesem Schlamm war der Drath gleichsam geetzt und blank gefressen. Die Feilspäne waren zu einem schwarzen Klumpen zusammengesintert, welcher an der Luft sogleich rostete, und die Leinwand hatte sich schwarz gefärbt und war zerfressen.

Um zu erfahren, ob die Luftsäure allein einige Wirkung auf das Eisen habe, brachte ich Eisenfeilspäne und polittes Eisen in ein trockenes reines Glas, in welches beständig Luftsäure getrieben ward; allein ich bemerkte nicht die geringste Spur von Rost, obgleich die Feilspäne Luftsäure aufgenommen hatten, welche sich in der Hitze und durch Säuren austreiben ließ. Dies pflegt aller Eisenfeilspan, der lange in offnen Gefäßen gelegen hat, zu thun, weshalb man bei genauen Versuchen entweder ganz frische, oder in gut verschloßnen Gefäßen aufbewahrt gewesene Späne nehmen muß.

Ich wollte noch sehen, ob die Luftsäure beim Auflösen des Eisens brennbare Luft entwickele, weshalb ich eine Flasche bis auf den dritten Theil ihres Inhalts mit luftsaurem Wasser anfüllte, und mit Wasser angefeuchteten Eisenfeilspan so darüber hing, daß das Wasser nicht berührt ward. Als die gut verschloßne Flasche 2 Monate lang in meinem Wohnzimmer gestanden hatte, trübte die über dem Wasser stehende Luft das Kalkwasser und war also Luftsäure. Nachdem diese abgeschieden war,

war, ließ sich die zurückgebliebene Luft anzünden, und brannte mit hellblauer Flamme, wobei die zugleich mit in dem Gefäß befindliche atmosphärische Luft wie gewöhnlich einen kleinen Knall verursachte. Zum Beweis, daß die Luftsäure und nicht das Wasser diese brennbare Luft erzeugt habe, müßte man den Versuch mit Wasser ohne Luftsäure wiederholen, und sehen, ob sich auch dann brennbare Luft erzeuge. Diesen Versuch habe ich aber nicht angestellt; der folgende kann seine Stelle vertreten.

Es ward reiner frischer Bohrspan in eine mit Luftsäure angefüllte Flasche geschüttet, worauf dieselbe gut verkorkt und umgekehrt ward. In diesem Zustand blieb sie einige Monate lang stehen, so daß der Frost schon eingetreten war. Beim Oeffnen der Flasche fand ich, daß die darin befindliche Luft bloß aus verdorbener Luft bestand. Der Bohrspan mußte aber vor dem Eintritt des Frostes wirklich etwas Luftsäure angezogen haben, denn der Kork war kaum etwas gelüftet, so drang die äußere Luft schon mit Gezisch in die Flasche. Durch die Aufnahme der Luftsäure vom Eisenfeilspan erklärt sich die Verminderung der Luft (§. 213.). Nach Scheele's Erfahrungen absorbirt ein aus Eisenfeilspan mit einem Ueberschuß von Schwefel zusammengeschmolzenes fein gemahlenes und mit Wasser angefeuchtetes Gemisch fast in 2 Tagen alle in einem Gefäß enthaltene Luftsäure, indeß scheint doch das Wasser bei diesem Proceß sehr nothwendig zu seyn. Es hat also mit dem Eisen vielleicht dieselbe Bewandniß, als mit dem frisch gebrannten Kalk, der erst nach dem Zutritt des Wassers von der Luftsäure angegriffen wird.

§. 217. Vom Verhalten des Eisens mit der Vitriolsäure.

1. Es ward ein Loth starke Vitriolsäure auf 50 Aß Eisenfeilspan gegossen. Zuerst wollte die Säure das Eisen nicht angreifen, später löste sich aber ein Theil auf und setzte sich als ein weißes Pulver zu Boden, welches sich durchaus als Vitriol verhielt. Durch einen Zusatz von 5 Loth reinem Wasser fing das Eisen abermals an, sich unter Entwickelung von Hitze und Dämpfen aufzulösen. Ein Theil blieb aber noch unaufgelöst, und ein anderer Theil setzte sich als weißer Vitriol zu Boden, weshalb ich noch einmal 5 Loth Wasser zusetzte, worauf sich alles Eisen unter Erhitzung auflöste und nach einigen Tagen zu gewöhnlichem grünen Vitriol anschoß. In der klaren Auflösung war die Säure noch sehr vorwaltend, indem eine große Menge Pottasche erfordert ward, ehe sich das Eisen als ein weißes Pulver niederschlug, welches sich zuerst schwarz färbte, ehe es die Rostfarbe annahm, zum Beweis, daß die Säure nicht gesättigt, sondern vorwaltend seyn mußte. Das Eisen erfordert hiernach etwa das Sechsfache des Gewichts an Vitriolsäure, welche mit 10mal so viel Wasser verdünnt seyn muß, zur völligen Auflösung. Die Verschiedenheit der Eisenarten und die verschiedene Stärke der Vitriolsäure haben natürlich eine Verschiedenheit in den quantitativen Verhältnissen zur Folge *).

2. Um

*) Concentrirte Schwefelsäure wirkt auch in der Hitze nur sehr schwach auf Eisen und es entwickelt sich dabei schwefelsaures Gas. Die verdünnte Säure greift es aber heftig und unter Entwickelung von vielem Wasserstoffgas an. Wird die bläulichgrüne Auflösung sogleich abgedampft, so schießt sie zu schwefelsaurem Eisenoxydul an; bleibt sie aber an der Luft stehen, so zieht sie (auch bei überschüssiger Säure, welche die Veränderung zwar verzögert) nach und nach mehr Sauerstoff an und verwandelt sich in schwefelsaures Eisenoxyd. Das Oxydul löst sich in mäßig verdünnter Säure leicht, das Oxyd aber nur in sehr concentrirter Säure in der Hitze auf und bildet ein weißes Salz, welches durch die anhängende überschüssige Säure im Wasser schwerauflöslich ist.

Das

2. Um das Verhalten mehrerer Eisenarten mit Vitriolsäure und die Gewichtszunahme der Eisenkalke nach dem Aussüßen, Trocknen und Kalciniren zu erfahren, und

Das schwefelsaure Eisenoxydul ist im Alkohol unauflöslich und besteht nach Berzelius aus 28,9 Säure, 25,7 Oxydul und 45,4 Krystallwasser. An der Luft wird die Oberfläche der Krystalle nach und nach undurchsichtig und mit einem gelben Pulver (basischem Oxydsalz) bedeckt. Schneller geht diese Verwandlung vor sich, wenn der Vitriol im Wasser aufgelöst ist, und hört erst dann auf, wenn sich ein dreifaches, aus neutralem schwefelsaurem Oxydul und neutralem schwefelsaurem Oxyd bestehendes Salz gebildet hat. Die von dem niedergefallenen gelben Pulver betreite Flüssigkeit liefert jenes dreifache Salz als smaragdgrüne schiefe Rhomben, deren grüne Farbe durch die bläuliche des Oxydulsalzes und durch die gelbe des Oxydsalzes hervorgebracht ist. Setzt man concentrirte Schwefelsäure zu einer Auflösung von neutralem schwefelsaurem Oxydul, so entzieht die Säure dem Salz das Wasser und dieses fällt als ein weißes feinkörniges Salz zu Boden. Aus demselben Grunde werden die Krystalle bei einer schwachen Erhitzung, oder wenn sie in Pulvergestalt im Alkohol verbreitet sind, weiß, erhalten aber durch Wasser wieder die grünlichblaue Farbe. Alkalien machen einen grünen Niederschlag (Oxydulhydrat), der durch Erhitzen oder Verjagung des Wassers schwarz wird. In der Hitze schmelzt der Vitriol, verliert nach und nach sein Krystallwasser, und bei größerer Hitze geht schwefelsaures Gas fort, wobei basisches Eisenoxyd zurückbleibt, welches in noch stärkerer Hitze die Säure als schwefligte Säure entbindet und reines Oxyd zurückläßt.

Das schwefelsaure Eisenoxyd ist unter dem Namen der vitriolischen Mutterlauge als eine braune Flüssigkeit bekannt. Man erhält es entweder unmittelbar durch Auflösen des Oxyds in concentrirter Säure, oder durch Kochen des schwefelsauren Oxydulsalzes mit Salpetersäure. Es ist gelblichroth, krystallisirt nicht und zieht nach dem Abdampfen bis zur Trockniß wieder Feuchtigkeit an und zerfließt. Im Wasser und Alkohol ist es äußerst auflöslich und läßt sich daher vom schwefelsauren Oxydul, mit dem es gerne ein dreifaches Salz bildet, durch Alkohol trennen. Nach Berzelius besteht es aus 60,44 Säure und 39,56 Oxyd. Viele Stoffe (Eisen, Zinn, Schwefelwasserstoffgas) entziehen dem Salz den Ueberschuß an Sauerstoff und verwandeln es in schwefelsaures Oxydul. Auf der andern Seite ändern aber alle Stoffe, die den Sauerstoff leicht fahren lassen (Salpetersäure, oxydirte Salzsäure, salzsaures Gold), das schwefelsaure Oxydul in Oxyd um.

Das basische schwefelsaure Eisenoxyd hat eine gelbe Farbe, welche es bei der Erhitzung, durch den Verlust des Wassers, in eine rothe umändert. Bei noch stärkerer Erhitzung geht die Schwefelsäure als schwefligtsaures Gas fort und es bleibt reines rothes Oxyd zurück. Es besteht nach Berzelius aus 15,9 Säure, 62,4 Oxyd und 21,7 Wasser im Zustand des Hydrats, und aus 20,2 Säure und 79,8 Oxyd, wenn es das Wasser verloren hat.

und auch die verschiedenen Farben dieser Kalke in Verbindung mit Emailleglas (§. 195.) kennen zu lernen, stellte ich folgende Versuche an.

a. 24 Probirpfund Feilspan von kaltbrüchigem Eisen aus Smäländischen Seeerzen wurden in 100 Pfund Vitriolsäure, welche mit 300 Pfund Wasser verdünnt worden war, in der Wärme aufgelöst. Die Auflösung erhielt eine gelbliche Farbe, und setzte beim Erkalten ganz kleine Krystalle und ein schwarzes Pulver ab, welches sich nicht weiter auflöste, auch nicht vom Magnet gezogen ward. Die Auflösung ward durch reine Soda niedergeschlagen, wobei der Eisenkalk zuerst eine blaue und dann eine weiße ins Grüne fallende Farbe annahm; nach dem Aussüßen und Trocknen an der Luft ward er aber umbrabraun und wog 44 Pfund. Durchs Calciniren auf einem Scherben im Probirofen ward er morderofarbig und wog 33 Pfund, hatte also 37½ Procent durch das Kalciniren am Gewicht zugenommen (§. 64.). Ein Theil von diesem rothen Kalk ward mit 5 Theilen Emailleglas nach Montamy vermengt, und gab in mäßiger Hitze auf gebranntem Pfeifenthon die schönste rothe glanzlose Feuerfarbe. In stärkerer Schmelzhitze ward die Farbe aber gelb und entfärbte sich zuletzt völlig.

b. 24 Pfund weiches und zähes Stabeisen gab bei derselben Behandlung eine klare farbenlose Auflösung, welche noch größere und reinere Vitriolkrystalle absetzte, und beim Niederschlagen mit Soda eben dieselben Erscheinungen zeigte. Der niedergeschlagene Kalk wog 48 Pfund und nach dem Kalciniren 33 Pfund; er hatte eine schöne röthlichviolette Farbe, und ward auf Emaille lichtroth. Kaltbrüchiges Eisen verhält sich eben so.

c. 25 Pfund weißes Roheisen aus braunsteinhaltigen Erzen von Daleland, welches der Magnet nicht anzog, ward auf dieselbe Art in verdünnter Vitriolsäure auf-

aufgelöst, wobei es einen kleinen schwarzen Rückstand und farbenlose Krystalle absetzte, die sich im Wasser auflösten und aus denen der Eisenkalk durch Soda mit einer braunen Rostfarbe niedergeschlagen ward. Nach dem Trocknen wog dieser Kalk 55, nach dem Kalciniren aber 36 Pfund, war also 44 Procent schwerer geworden und hatte eine dunkelbraune Farbe. Er gab eine schwarze ins Violette stechende Emaille, wodurch sich der Braunsteingehalt zu erkennen gab.

d. 25 Pfund Bohrspäne von grauem festem Roheisen wurden auf dieselbe Art aufgelöst, wobei sich ein außerordentlich unangenehmer Geruch verbreitete und viel unauflöslicher schwarzer Schlamm zurückblieb. In der Kälte setzten sich grüne Krystalle ab, welche im Wasser aufgelöst und durch Soda zersetzt wurden; der niedergeschlagene Eisenkalk war grün, nach dem Trocknen röthlichbraun, durch Kalciniren ward er röthlichviolett und auf Emaille lichtroth. Durch Vermengung dieses Kalkes mit dem Scheeleschen Molybdän erhielt ich eine bläuliche Farbe auf Emaille, woraus zu folgen scheint, daß die Eisenerze, welche beim Verschmelzen im Hohenofen eine blaue Schlacke geben, etwas Molybdän oder Reißblei enthalten. Dies wird um so wahrscheinlicher, als diese Erze bekanntlich eine eisengraue Farbe besitzen und zu den Blunsteinarten gehören, welche bei einem schwachen Erzsatz gerne graues Roheisen und viel reißbleiartigen Glimmer geben, der sich gerade so wie Reißblei verhält. Außerdem ist es bekannt, daß das Reißblei dem Alkali, durch Verpuffen mit Salpeter, eine hochblaue Farbe mittheilt.

§. 218. Von der Verschiedenheit der Niederschläge mehrerer Eisenarten aus der Vitriolsäure.

Um die Verschiedenheit der Niederschläge mehrerer Eisenarten durch verschiedene alkalische Salze und die daraus

daraus entspringende Gewichtszunahme der Kalke zu erfahren, wurden gleiche Quantitäten von verschiedenen Eisen- und Stahlfeilspänen in verdünnter Vitriolsäure in der Digerirhitze aufgelöst, und die erhaltenen Kalke in gleichen Wärmegraden, ohne sie jedoch zu glühen, auf einem Scherben getrocknet.

1. Zähes Stabeisen.
   a. Mit gereinigtem Alkali, oder sogenanntem weißem Fluß niedergeschlagen, betrug die Gewichtszunahme des erhaltenen Kalks gegen das aufgelöste Eisen . . . . . 68½ Procent
   b. Mit demselben aber mit Luftsäure fast gesättigtem Alkali . . . 119 „
   c. Mit völlig kaustischem Alkali . 32 „

2. Kaltbrüchiges Stabeisen aus Småländischen Wiesenerzen.
   a. Mit gewöhnlichem gereinigten Alkali . . . . . 64 „
   b. Mit luftsaurem Alkali . . 111 „
   c. Mit kaustischem Alkali . . 42 „

3. Rothbrüchiges Stabeisen.
   a. Mit gereinigtem Alkali . . 53 „
   b. „ luftsaurem Alkali . . 104 „
   c. „ kaustischem Alkali . . 32 „

4. Brennstahl.
   a. Mit gereinigtem Alkali . . 49 „
   b. „ luftsaurem Alkali . . 104 „
   c. „ kaustischem Alkali . . 32 „

Die Erscheinungen bei der Auflösung waren bei allen Eisensorten dieselben. 1 ließ kaum ½ Procent, 2 aber 2 Procent, 3 etwa 1½ Procent und 4 am mehrsten, nämlich 3 Procent schwarzen Schlamm (§. 121, 11.)

zu-

zurück *). Aus der Gewichtszunahme der Kalke (§. 64.) geht hervor:

a. Daß das kaustische oder das reinste und von Luftsäure freie Alkali die geringste Gewichtszunahme von 32 Procent bewirkt, welche mit dem Zuwachs beinahe übereinstimmt, den das Eisen durch die bloße Kalcination, oder durch das Austreiben des Phlogiston, erhält.

b. Daß das gewöhnliche, durch Verpuffen des Weinsteins mit Salpeter erhaltene Alkali einen größeren Gewichtszuwachs bewirkt, welches theils den erdartigen Theilen dieses Alkali, welche größtentheils aus Kieselerde bestehen, theils dem Luftsäuregehalt desselben zuzuschreiben ist.

c. Daß das mit Luftsäure fast gesättigte Alkali den größten Gewichtszuwachs giebt, welcher durch die Verbindung der Luftsäure mit dem Eisenkalk entsteht. Dieser durch die Luftsäure bewirkte größere Zuwachs muß so viel betragen, als der Unterschied der Gewichte der Niederschläge mit gewöhnlichem und mit kohlensaurem Alkali ausmacht, welcher nach den oben angeführten Versuchen etwa 50 Procent beträgt, wovon aber ein Theil für das Fällwasser in Abzug kommt. Das durch kaustisches Alkali niedergeschlagene Eisen nimmt nämlich nach Bergman 80 Procent am Gewicht zu, wenn

*) Diese Versuche zeigen, wie schwierig es ist, die Umwandlung eines Theils des Oxyduls in Oxyd, theils bei der Auflösung selbst, theils beim Trocknen der Niederschläge zu vermeiden. Das ganz reine metallische Eisen hätte im Zustande des Oxyduls niedergeschlagen 29,5 Procent, als kohlensaures Oxydul gefällt 112 Procent, als Oxyd 44,25 Procent, als kohlensaures Oxyd 168 Procent am Gewicht zugenommen haben müssen, wenn das des aufgelösten Eisens nach Hrn. R. = 100 gesetzt wird. Die Gewichte der mit kaustischem Alkali erhaltenen Niederschläge 32 und 42 stehen zwischen 29,5 und 44,25 und lassen es zweifelhaft, ob die Auflösung schon einen Theil des Eisens als Oxyd enthielt, oder ob sich erst beim Trocknen der Niederschläge etwas Oxydul in Oxyd verwandelte.

wenn man den erhaltenen Eisenkalk bloß lufttrocken macht; glüht man ihn aber, so verliert er wieder 40 Procent, welcher Verlust in Wasser besteht, das sich kaum völlig austreiben läßt. Darin mögen auch die abweichenden Resultate der vorhin angeführten Niederschlagungsversuche zu suchen seyn, obgleich ich so viel als möglich einerlei Wärmegrad anzuwenden suchte. (Abh. d. Schwed. Akad. f. 1780.)

Bei allen diesen Auflösungen habe ich immer gleiche Quantitäten Säure von einerlei Stärke angewendet und nicht mehr Alkali zugesetzt, als die Säure zur völligen Sättigung erforderte; auch wurden die Kalke auf dieselbe Art ausgesüßt. Der Kalk vom zähen Eisen, welcher mit kaustischem Alkali niedergeschlagen worden war, ward am stärksten, die übrigen weniger stark vom Magnet angezogen. Die Kalke von kaltbrüchigem Eisen wurden kaum merklich angezogen, und von rothbrüchigem Eisen war der Kalk a etwas, b sehr wenig und c am stärksten dem Magnet folgsam. Eben so verhielt es sich auch mit den Kalken vom Brennstahl, von denen besonders der Kalk c stärker als die vorigen angezogen wurde.

§. 219. Vom Beizen des Eisens in Vitriolsäure.

Um zu erfahren, welche Eisensorte am stärksten und heftigsten von der Vitriolsäure angegriffen wird, nahm ich 5 reine und blanke Stücken Eisen, deren Form und Gewicht ziemlich übereinstimmend waren, nämlich a) 47 Pfund weiches und zähes Osemundeisen, b) 40 Pfund sprödes kaltbrüchiges grobglimmeriges Stabeisen, c) 40 Pfund harten ungehärteten Brennstahl, d) $36\frac{1}{2}$ Pfund kaltbrüchiges Roheisen, welches geschmolzen, in eine eiserne Form gegossen und dadurch hart und weiß geworden war, e) $58\frac{1}{2}$ Pfund kaltbrüchiges graues Roheisen aus denselben Erzen, so wie es aus dem Hohenofen gekommen war.

Die-

Diese Stücken wurden in einem Glaskolben mit einer hinlänglichen Menge Vitriolsäure übergossen. Das kaltbrüchige Stabeisen ward zuerst und am stärksten angegriffen, dann folgte das graue kaltbrüchige Roheisen, dann das weiche Osemundeisen. Die Auflösungen blieben 24 Stunden lang bei einer Sommerwärme von 18 Grad über Null stehen, und da es schien, daß die Säure nichts mehr auflösen wollte, so ward sie abgegossen und die Stücken wurden mit reinem Wasser übergossen, worauf die zurückgebliebene wenige Säure das Eisen von Neuem anzugreifen schien. Die Auflösung hörte aber bald auf, weshalb die stark angegriffnen und gebeizten Eisenstücken herausgenommen, abgespühlt, getrocknet und gewogen wurden.

	wog	hatte verloren.
Das Osemundeisen . .	43 Pfund	$8\frac{1}{2}$ Procent
Das kaltbrüchige Stabeisen.	16 „	60 „
Der Stahl . . .	$37\frac{1}{2}$ „	$6\frac{1}{4}$ „
Das weiße kaltbrüchige Roheisen	$35\frac{1}{2}$ „	$2\frac{2}{3}$ „
Das graue . . .	45 „	$22\frac{1}{3}$ „

Das weiche Osemundeisen hatte an den weichsten Stellen blanke weiße Ränder erhalten, zwischen denen sich dunkelgraue Streifen befanden, wo es härter gewesen war. Das kaltbrüchige Stabeisen war auch schwarzgrau, von allen Seiten angegriffen, und hatte auf zwei Seiten erhöhete weiße Ränder, welche aus zäheren Sehnen bestanden. Der Stahl war ganz dunkelgrau und hatte keine Ränder. Das weiße kaltbrüchige Eisen war eben so blank geblieben, als es vorher gewesen war; das graue kaltbrüchige Eisen hingegen erschien ganz schwarz und uneben.

Um zu erfahren, ob bei einer zweiten Auflösung ein ähnliches Verhalten statt finden würde, ließ ich die Stücken 24 Stunden lang in verdünnter Vitriolsäure liegen, wobei sich folgende Gewichtsverluste ergaben:

	Gewicht.	Neuer Verlust.	Ganzer Verlust.
Des Osemundeisens . .	$23\frac{3}{4}$ Pfd.	41 pC.	$49\frac{1}{2}$ pC.
" kaltbrüchigen Eisens .	1 "	$37\frac{1}{2}$ "	$97\frac{1}{2}$ "
" Stahls	18 "	$48\frac{3}{4}$ "	55 "
" kaltbr. weißen } Roh-	34 "	$4\frac{1}{6}$ "	$6\frac{5}{6}$ "
" " grauen } eisens	$19\frac{7}{8}$ "	$43\frac{3}{4}$ "	$66\frac{1}{4}$ "

Es gehen aus diesen Beizversuchen folgende Resultate hervor:

1. Daß die Vitriolsäure eben so gut als die Salpetersäure dazu dient, um die Härte und Weichheit des Eisens zu prüfen, und die härteren und weicheren Stellen aufzudecken (§. 228.).

2. Daß das kaltbrüchige Eisen eher mehr als weniger Phlogiston enthält, als das zähe Eisen, wenn man nämlich annehmen will, daß das brennbare Wesen vorzüglich stark von den Säuren angegriffen wird.

3. Daß das Eisen nicht allein im Verhältniß des darin befindlichen Phlogiston, sondern auch seiner größeren und geringeren Härte aufgelöst wird, wie sich aus der Vergleichung des umgeschmolzenen weißen mit dem grauen kaltbrüchigen Roheisen ergiebt *).

4. Daß das kaltbrüchige Eisen (b) beim zweiten Beizen in Vergleich mit dem zähen Stabeisen weniger verlor, als beim ersten Beizen, mag wohl durch die Verminderung des Volums geschehen seyn.

5. Daß kaltbrüchiges und ungleich hartes Eisen zu feinen verzierten Arbeiten, zu sogenannten Damascirungen, oder zum Einbeizen von Figuren nicht anwendbar ist.

6. Daß

*) Wahrscheinlich liegt die Ursache in der durch das Umschmelzen abgeänderten Art der Verbindung des Kohlenstoffs mit dem Eisen. Auch beim Verschmelzen der Bleiglanze mit Eisen hat man die merkwürdige und unerklärbare Erfahrung gemacht, daß das Granulireisen — von dem man durch seine größere mechanische Vertheilung einen besseren Erfolg erwarten sollte — nicht die Dienste leistet, welche das in dünnen Stücken abgegossene und zerklopfte Brucheisen verrichtet.

6. Daß das kaltbrüchige Eisen aus Småländischen Sumpferzen zähe Ränder hatte, mochte wohl durch die Anwendung des Grünsteins beim Hohenofenbetrieb, welcher rothbrüchiges Eisen giebt, bewirkt worden seyn. Es geht daraus hervor, daß sich das kalt- und rothbrüchige Eisen beim Schmelzen nicht genau mit einander verbinden.

7. Daß das kaltbrüchige Stabeisen und nächstdem das graue gaare Roheisen zum Niederschlagen des Kupfers in den Cementwerken bei Kupfergruben am anwendbarsten ist.

8. Daß Granulireisen, welches durch Ablöschen im Wasser im höchsten Grade gehärtet, folglich von den Säuren am wenigsten angegriffen wird, das schlechteste Niederschlagungsmittel ist.

Vom Beizen des Eisens, um die Oberfläche zu reinigen, habe ich oben (§§. 15. 150.) geredet, und unten (§§. 229. 242.) werde ich Gelegenheit haben, beim Einetzen von Figuren u. s. f. wieder darauf zurück zu kommen.

§. 220. Von der brennbaren Luft aus dem in Vitriolsäure aufgelösten Eisen.

Es ist eine bekannte Erfahrung, daß sich bei der Auflösung des Eisens in Vitriolsäure eine Luftart entwickelt, welche einen dem Eisen eigenthümlichen Geruch besitzt. Diese Luft brennt mit einem mehr oder minder starken Knall, wenn man die Mündung des Kolbens während der Auflösung nur einige Minuten lang mit dem Finger zuhält und sie beim Oeffnen gegen die Lichtflamme bringt. Hjelm hat diesen Versuch mit einer größeren Genauigkeit, als bisher geschehen ist, auf folgende Art angestellt:

1. In ein Glas mit einem durchbohrten Kork, durch welches eine dünne 3 Zoll lange Barometerröhre senkrecht durch-

durchgesteckt und eingekittet worden war, ward Bohrspan von grauem Kanoneneisen geschüttet und mit mäßig verdünnter Vitriolsäure übergossen. Es entwickelte sich augenblicklich brennbare Luft durch die Glasröhre, welche sich selten ohne einen, obgleich gewöhnlich nur sehr schwachen Knall anzünden ließ. Wenn aber beim Oeffnen des Pfropfens Luft ins Gefäß geblasen und dieselbe dann durch die Röhre angezündet ward, so war der Knall so stark, daß nicht allein der Pfropfen mit der Röhre abgeworfen, sondern auch das Glas etwas gehoben ward, ohne daß es jedoch zerbrochen wäre. Als ich den Versuch in einer Flasche mit einem engen Halse und hineingesteckter Glasröhre wiederholte und die Flasche mit der Auflösung ziemlich anfüllte, ließ sich die Luft ohne Knall anzünden, und brannte einige Minuten lang wie ein Licht mit weißer Flamme; wenn aber Luft hineingeblasen ward, so entstand jedesmal ein starker Knall.

2. Feilspäne von Stabeisen entwickelten ebenfalls brennbare Luft, welche ganz dieselben Erscheinungen darbot, nur brannte die Flamme länger.

3. Weißes Roheisen und Stahl verhielten sich eben so, nur erforderte das Roheisen mehr Wärme zur Auflösung.

4. Um die Quantität der brennbaren Luft, welche die verschiedenen Eisensorten entwickeln, auszumitteln, richtete ich eben solchen Apparat vor, als man gewöhnlich zur Auffangung der Luftsäure aus der Kreide anzuwenden pflegt. Von jeder Eisensorte wurden 50 Pfund Probirgewicht abgewogen und diese in 300 Pfund Vitriolsäure aufgelöst. Die Flasche, worin die Auflösung vorgenommen ward, war mit einer genau schließenden gekrümmten Glasröhre versehen, deren zweites Ende unter eine mit Wasser angefüllte umgekehrte Quartflasche gebracht ward, so daß die sich entwickelnde brennbare Luft das Wasser aus der Flasche austreiben konnte.

Das

Das Gefäß, worin sich die Eisenauflösung befand, stand auf einer Sandkapelle, um die Wirkung der Vitriolsäure durch Wärme unterstützen zu können. Die Vorrichtung war bei allen Eisenarten dieselbe, und es fand sich:

a. Daß das zähe geschmeidige Eisen $37\frac{1}{2}$ geometrische Kubikzoll Luft gab, welche sich an der Lichtflamme anzünden ließ, und mit einer grünlichen, oder wenn die Luft lange über Wasser gestanden hat, mit einer rothen Flamme ruhig abbrannte. Der schwarze Rückstand von dieser Auflösung betrug $1\frac{1}{2}$ Procent.

b. Graues Roheisen gab 44 Kubikzoll von solcher Luft, welche mit einer weißen etwas grünlichen Flamme brannte. Der Rückstand betrug 13 Procent, und bestand aus einer reißbleiartigen Substanz, die mit etwas unaufgelöstem Eisen vermengt war.

c. Kaltbrüchiges Eisen gab 37 Kubikzoll Luft, die mit einer bläulichgrünen Flamme brannte. Der Rückstand betrug gegen 3 Procent.

d. Strahl gab 30 Kubikzoll Luft, welche ebenfalls mit grünlicher Flamme brannte. Der Rückstand betrug kaum 2 Procent.

Nach dem Abbrennen der Luft (wobei sie oft auslöschte und wieder angezündet werden mußte) war noch etwas brennbare Luft zurückgeblieben, die sich durch ein hineingestecktes brennendes Wachslicht schnell entzündete, einige Augenblicke mit ganz reiner Flamme brannte und dann schnell erlosch, ohne sich wieder anzünden zu lassen. Als ich eine Flasche mit der abgebrannten Luft, in welche noch kein Licht oder andere Luft gebracht worden war, unter Kalkwasser umkehrte, stieg das Wasser nach einigen Tagen um mehrere Kubikzoll höher, und es hatte sich auch eine Kalkhaut abgesetzt, weshalb die Flasche Luftsäure enthalten haben mußte, welches besonders bei der Luft aus dem grauem Roheisen der Fall war. Es waren Bohrspäne von Hällefors, welche mehrere

rere Jahre lang in offnen Gefäßen an einem feuchten Ort gestanden hatten. Daß diese Bohrspäne viel Luftsäure gaben, zeigte sich auch dadurch, daß die ersten Luftblasen, welche sich beim Uebergießen mit Vitriolsäure entwickelten, das Kalkwasser stark trübten. Frische Bohrspäne von derselben Eisensorte gaben kaum eine merkliche Spur von Luftsäure. Dies beweist abermals den schon früher (§. 216.) aufgestellten Satz, daß die Eisenfeilspäne mit Hülfe der Feuchtigkeit Luftsäure in sich aufnehmen, obgleich aus §. 253. und mehreren anderen Erfahrungen auch hervorgeht, daß sich die Luftsäure mit allem Eisen als ein wirklicher Bestandtheil, nämlich als reißbleiartige Substanz, verbindet *).

5. Scheele hat in seiner Abhandlung von der Luft, und vom Feuer (§. 96.) gezeigt, daß die Metalle die brennbare Luft nicht etwa schon gebildet in sich enthalten, sondern daß sie durch das Phlogiston entsteht, welches sich bei der Auflösung aus den Metallen abscheidet, und mit der Wärmematerie in den Metallen verbindet, während sich die mit dem Brennbaren eben nicht sehr nah verwandte Vitriolsäure mit der metallischen Erde vereinigt. Für diese Behauptung spricht die Erfahrung, daß sich brennbare Luft aus mehreren Metallen mit verschiedenen Auflösungsmitteln und selbst aus Substanzen, die nichts Metallisches, sondern bloß Phlogiston und Wärmematerie enthalten, entwickelt. Daß das Eisen bei der Auflösung in allen Säuren (Salpeter- und Arsenikſäure ausgenommen) brennbare Luft entwickelt, geht aus allen Paragraphen dieses Abschnitts hervor. Die

ange-

*) Daß sich bei der Auflösung des Eisens beständig etwas Kohlenwasserstoffgas entwickelt, und daß auch Oel (durch das sogenannte ölbildende Gas aus Wasserstoff und Kohlenst ff) gebildet wird, ist eine bekannte Sache; unbekannt sind aber bis jetzt noch die verschiedenen Arten der Verbindung der Kohle mit dem Eisen. Da das am mehrsten kohlenhaltige graue Roheisen weniger Oel giebt, als das grelle, weiße, so folgt daraus, daß jenes die Kohle in ganz anderem Zustande als dieses enthalten muß.

angeführten Versuche mit der Vitriolsäure geben indeß ein Mittel ab, die Quantitäten von Phlogiston und Wärmemateríe für jede Eisenart aufzufinden und mit einander zu vergleichen. Bergman hat in seiner Diss. de diversa phlogisti in metallis quantitate 1780. ein anderes Verfahren gezeigt, die Quantitäten des Phlogiston in den Metallen zu bestimmen, welches aber auf mehrere Eisenarten bis jetzt noch nicht angewendet worden ist.

6. In der vortreflichen Abhandlung de analysi ferri, giebt Bergman die Quantitäten brennbare Luft an, welche sich bei der Auflösung aus mehreren Eisenarten entwickeln, woraus sich auf die Menge des Phlogiston schließen läßt. Der Apparat ist im Grunde so wie der von mir angewendete (4), nur verbessert, weil die Gefäße zu diesen Versuchen ganz besonders gemacht sind, und weil die Vorrichtung die Anwendung eines ganz gleichen Wärmegrades gestattete, indem der Auflösungskolben in siedendem Wasser hängt, und mit einer eingeschliffenen Glasröhre versehen ist. Ich führe hier die Resultate seiner Versuche mit Vitriol- und Salzsäure an, woraus eine mittlere Zahl gezogen ist, welche die Quantitäten der erhaltenen brennbaren Luft in geometrischen Kubikzollen ausdrückt.

A. Auflösungen in Vitriolsäure.

Anzahl der Versuche.		Brennbare Luft.
10)	Gutes Stabeisen	50,10 K. Z.
2)	Kaltbrüchiges Stabeisen . .	50,50 „
3)	„ Roheisen . .	49,33 „
1)	Rothbrüchiges Stabeisen . .	48 „
7)	Mit eben so viel Stahlarten .	46 „
9)	Gaare und grelle Roheisenarten	41,61 „
1)	Gediegenes sibirisches Eisen .	36 „

B. Auf-

B. Auflösungen in Salzsäure.

Anzahl der Versuche.		Brennbare Luft.
10)	Gutes Stabeisen	49 K. Z.
2)	Kaltbrüchiges Stabeisen . .	51 "
1)	" Roheisen . .	48 "
7)	Mit denselben Stahlarten wie A.	46 "
10)	" " Roheisenarten wie A.	42,15 "
1)	Sibirisches Eisen	49 "

Die Abweichungen dieser Versuche von den meinigen (4) liegen vorzüglich in der Eintheilung des Centnergewichts. Zu einem Probircentner nimmt man gewöhnlich $\frac{1}{4}$ Loth oder $69\frac{1}{8}$ Aß, und so rechnet Bergman in seinen Schriften. An anderen Orten wird der Centner zu 100 Aß angenommen, und dies ist auch bei meinen Versuchen (4) geschehen. Wenn ich meine Versuche nach der ersten Eintheilung reducire und zugleich einige Versuche hinzufüge, welche Hjelm in seinem Tagebuche vom Jahr 1779 über die Ausmittelung der Bestandtheile des Eisens anführt, so ergeben sich folgende Resultate:

Zähes geschmeidiges Stabeisen (4, c.) giebt	51,84	K. Z.
Kaltbrüchiges Stabeisen (4, c.) . . .	51,15	"
Rothbrüchiges Stabeisen	51,28	"
" Roheisen	49,77	"
Stahl von alten Feilen	53,91	"
Anderer Stahl	47	"
Noch anderer Stahl (4, d.)	41,47	"
Graues Roheisen von Hällefors (4, b.) .	60,83	"
Grelles Roheisen, unmittelbar aus dem Hohenofen	41,47	"
Daler braunsteinhaltiges Roheisen . .	42,85	"

Von Versuchen, die mit verschiedenen Eisenarten und mit verschiedenen Vorrichtungen angestellt worden sind, läßt sich also wohl keine größere Uebereinstimmung erwar-

erwarten. Nur das graue Roheisen von Hällefors, welches durch langes Liegen an der Luft viel Luftsäure aufgenommen hatte, macht eine Ausnahme; indeß kann die daraus entspringende Correction wenigstens bis 49 vorgenommen werden *). Bergman erhielt aus ganz frischem Bohrspan von demselben Roheisen 48 K. Z. und hält das schon für zu viel, indem er glaubt, daß im Bohrspan einige Stückchen von den stählernen Bohrern gewesen seyn können. Derselbe Bohrspan gab beim Umschmelzen im Tiegel zu weißem Roheisen 43 und das Daler Roheisen auf diese Art behandelt 41 K. Z., den Centner zu $69\frac{1}{8}$ Aß gerechnet.

Diese Erfahrungen zeigen offenbar, daß Stabeisen das mehrste, Stahl weniger und Roheisen das wenigste Phlogiston enthält. Dies scheint zwar mit den früheren Behauptungen, daß Roheisen das mehrste und Stabeisen das wenigste Phlogiston enthalten soll, im Widerspruch zu stehen, allein wenn man auch nach allen Erfahrungen eingestehen muß, daß die Quantität der sich entwickelnden brennbaren Luft mit der Quantität des Phlogiston im Verhältniß steht, und daß das Stabeisen daher gewiß am mehrsten einfaches und reines Phlogiston enthält, so läßt sich die Behauptung des größeren Phlogistongehaltes im Roheisen doch noch vertheidigen. Das Roheisen enthält nämlich weniger specifische Wärme (§. 227.), als das Stabeisen, wodurch es erklärlich wird, warum das erstere weniger brennbare Luft entwickelt; auch enthalten Roheisen und Stahl immer eine reißbleiartige Substanz als einen wesentlichen Be-

*) Seitdem wir wissen, daß die Kieselerde sehr geneigt ist, sich als Metall mit dem Eisen zu verbinden (welches aber wahrscheinlich nur bei dem gaarsten Ofengange geschehen kann), kann es nicht auffallen, wenn gutes graues Roheisen mehr Wasserstoffgas entwickelt, als Stabeisen, weil die Kieselerde 53-54 Procent, das Eisen aber im oxydirtesten Zustand nur 30,66 Procent Sauerstoff enthält, das Kieselmetall also bei der Auflösung mehr Wasser zersetzen muß, als das Eisen.

Bestandtheil, und dieses Reißblei muß man für ein gröberes Phlogiston halten, welches die Stelle des feineren vertritt, obgleich es zur Darstellung der brennbaren Luft nichts beiträgt. Die weitere Ausführung gehört zwar nicht hierher; indeß will ich doch eines Versuchs erwähnen, den Hjelm mit einer reinen Kupferauflösung in Wasser anstellte. Diese Auflösung, welche fast gar keine überschüssige Säure enthielt, ward unter einem pneumatischen Apparat mit einem eisernen Nagel zum Sieden gebracht, und als alles Kupfer niedergeschlagen war, hatte sich kaum $\frac{1}{7}$ so viel Luft, als bei der gewöhnlichen Auflösung des Eisens gesammelt, auch ließ sich die wenige übergegangene Luft nicht entzünden. Dies beweist, daß sich keine brennbare Luft entwickelt, wenn das zur Darstellung derselben nöthige Phlogiston (welches hier zur Reduktion des Kupfers verwendet ward) fehlt, und eben dies muß geschehen, wenn der Wärmestoff, als der zweite Bestandtheil der brennbaren Luft, nicht in hinreichender Menge vorhanden ist.

§. 221. Von der Bereitung des Eisenvitriols.

Daß man aus der Auflösung des Eisens in Vitriolsäure durch Krystallisiren Eisenvitriol erhält, haben wir vorhin gesehen. Dieser Vitriol ist zwar der reinste und von allen fremden Bestandtheilen frei, allein er ist zum gewöhnlichen Gebrauch zu kostbar, weshalb man ihn wohlfeiler aus schwefel- und vitriolhaltigen Erzen bereitet, wobei man sich mehrerer Verfahrungsarten bedient, die nach der örtlichen Beschaffenheit und nach der Verschiedenheit der Erze selbst verschieden sind.

Das gewöhnliche Vitriolerz ist Schwefelkies, der vorher geröstet werden muß. Zu Dylta in Schweden, zu Schwarzenberg in Sachsen und an mehreren anderen Orten wird aus den Kiesen zuerst der Schwefel durch Destillation gewonnen, und die abgedampften Kiese blei-

bleiben dann, in Haufen gestürzt, mehrere Jahre an der freien Luft liegen, wobei die in ihnen befindliche Säure Feuchtigkeit anzieht, das Eisen auflöst und eine Art von Gährung oder Zusammensinterung bewirkt. Je länger die Kiese liegen, desto mehr häuft sich der Vitriol darin an, so daß die Zwischenräume der Kiese oft mit ganz reinem Vitriol angefüllt sind. Die verwitterten Kiese werden alsdann in die Rohlaugenfässer gebracht und mit Wasser begossen, welches den Vitriol auflöst und eine Rohlauge bildet, welche in größeren Behältnissen aufbewahrt und aus diesen nach und nach in bleierne Siedepfannen geleitet wird, worin sie bis zu einem Gehalt von 20 Procent abgedampft, dann in die Kühlgefäße geleitet, und wenn sie darin einige Stunden gestanden und die Unreinigkeiten und den überflüssigen Eisenocker abgesetzt hat, in die Wachs- oder Krystallisirgefäße gebracht wird, worin sie ruhig stehen bleiben und erkalten muß, indem sich die Krystalle alsdann an den hineingehängten Stöcken und an den Wänden der Gefäße zu Kaufmannswaare ansetzen *).

Um das Ausbringen des Vitriols zu vermehren und die überschüssige Säure völlig zu sättigen, hängt man zu Dylta beim Abdampfen Bruchstücke von den gegossenen Schwefelretorten in die Pfanne, welche sich zum Theil in der Säure auflösen. Die Mutterlauge, aus welcher kein Vitriol mehr anschießen will, wird in besonderen

*) Um die in der Anlage und Bewartung kostbaren Rohlaugefässer zu vermeiden, bringt man die abgerösteten Schwefelkiese auf Bühnen, welche nach dem Laugenreservoir zu, abschüßig ausgedielt sind, und bewässert die Bühnen von Zeit zu Zeit, oder läßt sie an, sobald die Erze durch die Verwitterung reif geworden sind. Die Laugen erhalten dadurch zwar, außer einem Alaungehalt, viel schwefelsaures Oxyd, welches beim Versieden viel basisches Salz absetzt und den Pfannen nachtheilig werden kann; man hilft sich aber dadurch, daß man die Laugen erst vorsiedet, sie dann in einem Reservoir abkühlen und das basische Salz sich abscheiden läßt, worauf man erst zum Gaarsieden der vorgesottenen Laugen schreitet, wobei natürlich metallisches Eisen in die Pfannen gehängt wird.

deren Behältnissen aufgesammelt, und aus denselben in die Siedepfanne gepumpt, um in gewissen Verhältnissen der Rohlauge wieder zugesetzt zu werden, und den zurückgebliebenen Vitriol daraus zu gewinnen. Im Auslande wendet man zur Bereitung der Rohlauge siedendes Wasser an, welches viel vortheilhafter ist, weil sich darin weit mehr Vitriol auflöst.

Der zu Dylta in Nerike übliche Siedeproceß ist folgender: Die abgedampften und durch mehrjähriges Liegen fast zu gelber Erde verwitterten Kiese werden, sobald der Vitriol auszuwittern anfängt, in 4 Rohsiedepfannen ausgelaugt. Diese Pfannen sind von Blei, wiegen etwa 9 Schiffpfund, und sind $4\frac{3}{4}$ Ellen lang, $1\frac{1}{2}$ Ellen breit und $1\frac{1}{2}$ Ellen tief. Sie werden mit etwa 12 Tonnen Wasser angefüllt, und wenn dieses siedet, bringt man sechs Schubkarren voll Kiese hinein, verstärkt das Feuer, läßt das Wasser aufkochen und so lange sieden, bis es so viel Vitriol, als es auflösen kann, aufgenommen hat. Die erhaltene Rohlauge wird in die Rohlaugebottige abgelassen, worin sie den gröbsten Schlamm und den Ocker absetzt, worauf man sie in die Gaarsiedepfanne (deren ebenfalls vier und von gleichen Dimensionen vorhanden sind) pumpt und mit eingehängtem Eisen so lange siedet, bis die Lauge das gehörige Gewicht hat, oder zur Gaarlauge geworden ist; alsdann leitet man sie in die sogenannten Wachsgefäße, welche aus viereckigen hölzernen Kasten bestehen, die in der Erde eingesenkt sind und den kubischen Inhalt von zwei Pfannen besitzen. In diesen Wachsgefäßen bleibt die Lauge 12 bis 14 Tage lang stehen, und schießt an den hineingehängten Stöcken und an den Wänden der Gefäße zu Krystallen an. Jedesmal erhält man etwa 5 bis 6 Schiffpfund Vitriol aus einem Krystallisirgefäß.

An anderen Orten, z. B. zu Goßlar, wird Kupferrauh zum Vitriolsieden angewendet. Man versteht darunter

unter die salzreichen Massen von Kies und Erz, welche bei der auf dem Rammelsberg üblichen Feuersetzarbeit erhalten werden, und welche mit den reichen vitriolischen Wassern in der Grube so fest zusammensintern, daß man sie durch Schlägel und Eisen und oft durch Sprengen gewinnen muß. Solche reiche vitriolische Wasser kommen auch in der Grube zu Fahlun vor, wo der Vitriol vor mehreren Oertern so häufig anschießt, und die Stöße sowohl als die Sohle in so derben Massen überzieht, daß man ihn nur auflösen, versieden und reinigen darf.

In anderen Gruben kommt der Kies theils auf Gängen, theils in einzelnen Nieren, derbe eingesprengt vor, besonders im Kalk- und Alaunschiefergebirge. Er darf dann nur einige Zeit an der Luft liegen, so fängt er schon ohne vorheriges Rösten an zu verwittern und zu zerfallen, und es schlägt ganz reiner Vitriol aus, wovon man in Mineraliensammlungen oft unangenehme Erfahrungen macht. Wenn solche Kiese in Menge übereinander gestürzt werden, so entwickelt sich oft eine so starke Hitze, daß man in der Dunkelheit ein Glühen und Flammen bemerkt. In diesem Zustand hat das Eisen aber sein Phlogiston mehrentheils verloren, und ist in der Vitriolsäure unauflösbar geworden, so daß es keinen Vitriol mehr giebt. Erfolgt die Verwitterung aber langsam, so läßt sich der Vitriol ohne vorhergehendes Rösten auslaugen. Die derberen und festeren Kiese muß man rösten, um das Verwittern zu befördern, indem die Vitriolsäure dadurch von dem überflüssigen Phlogiston des Schwefels befreit und durch die Hitze zugleich so koncentrirt wird, daß sie die Luft und die Feuchtigkeit, ohne welche kein Verwittern und keine Auflösung des Eisens statt finden kann, mit mehr Begierde anzieht. — Zu Geyer in Obersachsen röstet man die Kiese, ohne vorher den Schwefel daraus zu gewinnen, bloß des Vitriols wegen, indem man die gerösteten Kiese

auf

auf die vorhin erwähnte Art auslaugt, die Lauge versiedet und die ausgelaugten Kiese noch 3 bis 4mal röstet. Zu Kremnitz in Ungarn wird viel Vitriol aus verhärtetem Mergel ohne Röstung durch bloßes Auslaugen gewonnen.

Ob die versottene Lauge den Krystallisationspunkt erreicht hat, erkennt man entweder durch das Gewicht der Lauge, oder dadurch, daß man sie auf ein Brett tröpfelt, worauf sie sogleich erstarren muß, oder auch dadurch, daß man ein Stück Vitriol in die heiße Lauge wirft, worin es sich nicht mehr auflösen darf. Der gelbe Schlamm oder Ocker, den die Lauge in den Kühlgefäßen absetzt, wird in Kalcinirösen zu einer rothen Farbe, dem bekannten Braunroth gebrannt. Zu Dylta macht man viele rothe Farben aus geschlämmten verwitterten Kiesen, welche man, um das Umrühren zu vermeiden, in Gestalt kleiner vorher gut getrockneter Kugeln in den Schwefeldestillationsofen gelegentlich mit brennt, und dadurch die separate Feuerung erspart. Die äußerlich roth gewordenen Kugeln behalten aber oft einen schwarzen Kern, wodurch die Güte und die Höhe der Farbe sehr leidet. (Man vergleiche Roberg de vitriolo. Upsal. 1703 und Schlüters Hüttenwerk.) *)

Die Reinheit des Vitriols hängt bei diesen Bereitungsarten von der Reinheit der Erze oder der Kiese ab; er kann daher oft durch Kupfer und Zink verunreinigt seyn, weshalb man ihn zu chemischen Arbeiten, welche einige Genauigkeit erfordern, zum mediciniſchen Gebrauch und zur Anwendung in den Färbereien sehr genau untersuchen muß, weil die fremden Beimischungen oft sehr nachtheilig sind. Eine nicht sehr kostbare Methode, guten Vitriol zu bereiten, besteht darin, daß man Eisen-

*) S. Anm. zu §. 191.

senfeile oder Bohrspan mit gleichen Theilen Schwefel in einem geräumigen Gefäß vermengt (wobei eine sehr starke Erhitzung entsteht, welche man durch Befeuchten mit Wasser etwas vermindert) und das Gemenge ein Paar Monate lang in der Luft stehen läßt, worauf man den Vitriol auslaugt und versiedet. Den reinsten Vitriol erhält man nach §. 217. durch Auflösen des Eisens in Vitriolsäure.

Den Kupfergehalt des Eisenvitriols findet man sehr leicht, wenn man den Vitriol anfeuchtet und auf blankem Eisen reibt, welches sich dann sogleich mit einer feinen Kupferhaut überzieht. Den Zinkgehalt erfährt man dadurch am leichtesten, daß man die wäßrige Auflösung des Vitriols durch Alkali zersetzt, den niedergeschlagenen Metallkalk aussüßt, trocknet, mit gleichen Theilen Kohlenstaub vermengt, das Gemenge in einen Tiegel bringt, mit einem dünnen Kupferblech bedeckt und in einem Windofen zuerst langsam erhitzt, dann aber die Hitze bis zum Schmelzen des Kupfers verstärkt. Enthielt der Vitriol wirklich Zink, so giebt sich derselbe durch seine blaue Farbe und durch die Gewichtszunahme, so wie durch die Messingfarbe des Kupfers zu erkennen. Enthielt der Kalk Kobalt oder Nickel, so wird das Kupfer weiß. Das Mangan giebt sich durch eine grüne Farbe des Kalkes beim Schmelzen vor dem Löthrohr mit Borax oder Salpeter zu erkennen. Einen geringen Kupfergehalt des Eisenvitriols, den der Salzburger gewöhnlich zu haben pflegt, sieht man in den Färbereien sehr gern, weil der reine Eisenvitriol, wie der von Dylta, zu viel Krystallisationswasser und überschüssige Säure enthält, wodurch die schwarze Farbe ein fahles Ansehen bekommt, wenn man nicht sehr viel Vitriol anwendet, wodurch die zu färbende Waare aber sehr brüchig werden würde. Beim kupferhaltigen Vitriol ist die überschüssige Säure durch Kupfer gesättiget, auch enthält er

weniger Wäßrigkeit, weshalb man mit weniger von diesem Vitriol mehr ausrichtet *).

§. 222. Von den allgemeinen Eigenschaften und vom Nutzen des Eisenvitriols.

Eisen in verdünnter Vitriolsäure aufgelöst, die Auflösung langsam abgedampft, bis sich eine Haut bildete, und dann in die Kälte gestellt, schoß

a. zu klaren grünen Krystallen an, welche aus verschobenen Rauten bestanden und über die Hälfte Krystallisationswasser enthielten. Die andere Hälfte bestand etwa aus $\frac{1}{3}$ Säure und das übrige war Eisenmohr. 100 Theile ganz reiner, grüner, frischer, unmittelbar durch Auflösung des Eisens in Vitriolsäure dargestellter Eisenvitriol enthielt nach meinen Versuchen 55 Wasser, 20 Säure und 25 stark kalcinirten, feinen, rothen Eisensafran. An der Luft, vorzüglich im Sonnenschein, zerfällt der Vitriol zu einem weißen Pulver, wobei sich ein sehr zusammenziehender Geruch entwickelt; in stärkerer Hitze wird er gelb und durch Kalciniren oder starkes Glühen roth, und heißt dann gewöhnlich Colcothar.

b. Wird das im Colcothar noch befindliche Salz ausgelaugt, so erhält man einen weißen Vitriol, worin die Säure mit mehr dephlogistisirtem Eisen als im grünen Vitriol verbunden ist, obgleich dieser Vitriol ebenfalls mit Blutlauge einen blauen und mit Galläpfel einen schwarzen Niederschlag giebt.

c. Wenn

*) Der Unterschied im Krystallwasser beträgt höchstens 4 Procent; in den Färbereien nimmt man aber den sogenannten Salzburger Vitriol wegen seines Kupfergehalts, und weil er ein dreifaches aus Schwefelsäure, Eisenoxydul und Kupferoxyd bestehendes Salz ist, wogegen der gewöhnliche Vitriol immer ein dreifaches Salz aus Schwefelsäure, Eisenoxydul und Eisenoxyd bildet, welches letztere zur Hervorbringung mancher Farben unbrauchbar ist. Der Salzburger Vitriol wird daher auch absichtlich aus Eisen- und Kupfervitriol zusammengesetzt.

c. Wenn man jenen Colcothar stark auslaugt und dann mit doppelt so viel Kochsalz in einem gut verschlossenen Flintenlauf oder Tiegel 4 bis 5 Stunden lang stark glühen läßt, so erhält man ein pechschwarzes Pulver, welches sich nach dem Auslaugen im warmen Wasser gegen den Magnet und gegen die Auflösungsmittel wie reines Eisen verhält. Reibt man dies Pulver in einem eisernen Mörser, so bekommt man einen ganz feinen Eisenmohr, der sowohl zum medicinischen Gebrauch, als auch zur Emaillemalerei anwendbar ist (vergl. §. 181.)

d. Bei einer Temperatur von 15 Graden erfordert der Vitriol wenigstens 6mal so viel Wasser zur völligen Auflösung; vom siedenden Wasser sind aber kaum 2 Theile nöthig. Die Auflösung hat einen zusammenziehenden oder sogenannten Tintengeschmack, der zugleich etwas süßlich ist. Je mehr Phlogiston der Vitriol enthält, desto grüner ist er, und je mehr er dephlogistisirt wird, desto blasser wird seine Farbe, bis sie zuletzt weiß wird. Dies gilt auch von der Auflösug des Vitriols im Wasser. Die grüne Vitriolauflösung enthält das mehrste Phlogiston, und giebt mit Alkalien einen grünlichblauen Niederschlag; bei einem geringeren Phlogistongehalt ist die Auflösung bleicher. Die braunen oder gelben Farben zeigen aber ein höchst dephlogistisirtes Eisen an, welches sogleich mit einer Ockerfarbe niedergeschlagen wird, wogegen die Niederschläge aus den ersten Auflösungen erst durch Trocknen an der Luft ockerfarbig werden. Kaustisches Alkali giebt einen schwärzlichen und luftlaures Alkali einen braunen Niederschlag, welches letztere ein sehr schwerauflösliches, aus Luftsäure und Eisenerde bestehendes Salz ist, welches sich nur durch einen Ueberschuß von Säure im Wasser auflöst. Wird der niedergeschlagene Eisenkalk schnell getrocknet, so ist er dem Magnet folgsam und leichtauflöslich in Säuren, giebt aber keine brennbare Luft. Je langsamer

der Niederschlag getrocknet wird, desto unfolgsamer für den Magnet und desto schwerauflöslicher wird er. Watson zeigt in seiner Abhandlung über die Auflösung der Salze im Wasser (Crell's chem. Journal I. 125-137.), daß sie nicht die Zwischenräume des Wassers ausfüllen, sondern das Volum desselben wirklich vermehren, welche Vermehrung indeß bei verschiedenen Salzen, und bei einigen auch vor und nach der Auflösung verschieden ist. Die mehrsten Salze nehmen vor der Auflösung ein größeres Volum ein, als wenn dieselbe erfolgt ist. Beim grünen Vitriol verhält es sich aber umgekehrt, indem er nach der Auflösung $\frac{3}{10}$ mehr Raum als vor derselben einnimmt, wogegen der kalcinirte weiße Vitriol nach der Auflösung die Hälfte Raum weniger einnimmt, als nach derselben. Durch hydrostatische Versuche ergiebt sich das specifische Gewicht des grünen Eisenvitriols zu 1,812; wenn er aber von aller Luft (welche das Sinken des Wasserstandes bei der Auflösung bewirkt) befreit ist, zu 1,611. Watson hat auch eine Uebersicht von den specifischen Gewichten der Salze gegeben, welche durch Auflösungsversuche bestimmt worden sind, wobei er auf folgende Art verfuhr. Es wurden dem Gewicht nach gleiche Quantitäten Salz, z. B. Eisenvitriol, und Wasser genommen, und jedes für sich allein in so viel Wasser gethan, als zur Auflösung des Salzes genommen werden sollte. Durch den Zusatz des abgewogenen Wassers zum Auflösungswasser vermehrte sich das Volum des letzteren bis 58, durch den Zusatz des Eisenvitriols aber bis 32 vor und bis 36 nach der Auflösung. Hieraus, nämlich aus der Raumvermehrung vor und nach der Auflösung, ergeben sich zwei Werthe für das specifische Gewicht des Eisenvitriols, nämlich 32 : 58 = 1,000 : 1,812 und der zweite 36 : 58 = 1,000 : 1,611. Das specifische Gewicht des mit grünem Eisenvitriol gesättigten Wassers verhielt sich zu demselben Wasser vor der Auflösung bei einer mittleren Temperatur wie 1,157

zu 1,000, bei einer niedrigen Temperatur aber nur wie 1,043.

e. Wird der Eisenvitriol in einer eisernen Retorte destillirt, so erhält man ein unschmackhaftes Wasser, welches gar keinen Nutzen hat, weshalb man den Vitriol auch lieber in offnen eisernen Gefäßen kalcinirt und ihn dabei viel umrührt, damit er sich nicht an den Wänden anhängt.

f. Wenn man den bis zur grauen Farbe kalcinirten Vitriol in eine eiserne Retorte bringt, und zuerst langsam, nach und nach aber stärker und bis zum Weißglühen erhitzt, so geht zuerst eine wäßrige Säure, der sogenannte Vitriolspiritus, und in der stärksten Hitze endlich eine ölige sehr starke Säure, das sogenannte Vitriolöl, über. Weil die Bereitung des Vitriolöls auf diesem Wege aber zu kostbar ist, so sind die Chemiker bemüht gewesen, sie durch die Zersetzung des Schwefels, nämlich durch Verpuffen desselben mit Salpeter, wohlfeiler darzustellen. In Holland und England ist diese Bereitungsart sehr gebräuchlich (vergl. Baume's Experimentalchemie B. I.). Am leichtesten soll die Bereitung aus einem Gemenge von 16 Schwefel, 1 Salpeter und 1 Kohlenstaub, welches man in eine tubulirte eiserne Retorte bringt, geschehen können. An der Retorte ist ein großer gläserner mit einem Luftloch versehener Ballon, worin etwas Wasser vorgeschlagen wird, befestigt. Sobald die Retorte gelinde zu glühen anfängt, geht die Säure in Dämpfe über, welche von dem Wasser verdichtet werden; nach der Beendigung des Processes wird die Säure in gläsernen Retorten rectificirt.

g. Die Folgeordnung, in welcher die Metalle, den Verwandtschaftsgesetzen zufolge, von der Vitriolsäure aufgelöst werden, bestimmt man gewöhnlich folgendergestalt:

1. Zink,

1. Zink, am stärksten von allen Metallen. 2. Mangan. 3 Eisen, in metallischer Gestalt. 4. Blei, unter gewissen Handgriffen. 5. Zinn, in koncentrirter Vitriolsäure. 6. Kobalt, mit rosenrother Farbe. 7. Kupfer. 8. Nickel, vorzüglich in verkalktem Zustand. 9. Arsenik, besonders als Kalk. 10. Wismuth, unter gewissen Handgriffen. 11. Queckſilber. 12. Spiesglas, in gelindem Feuer. 13. Silber, unter gewissen Umständen. 14. Gold und 15. Platin, gar nicht.

Es geht hieraus hervor, daß das Eisen alle Metalle, außer dem Zink und Mangan, aus der Vitriolsäure und auch aus allen anderen Säuren (denn alle Säuren verhalten sich gegen die Metalle fast ganz gleich, wenigstens sind die Abweichungen so unbedeutend, daß sie sich bis jetzt nicht einmal genau angeben lassen) in metallischer Gestalt niederschlägt. Dagegen ist aber die Neigung der Metalle, sich mit den Säuren zu verbinden, von der Anziehung, welche die Säuren zu den Metallen äußern, sehr verschieden, und fast bei jedem Metall abweichend. Weil bei diesen Zersetzungen indeß oft ein Theil Eisen zugleich mit niedergeschlagen wird, so ist es nur selten möglich, ganz reine Niederschläge zu erhalten. Außerdem bleiben auch einige Metalle, als Mangan, Kobalt, Nickel und Arsenik, mit dem Eisen zugleich in den Säuren aufgelöst, wie wir in der 6. Abtheilung, worauf ich hier verweise, gesehen haben.

h. Der Nutzen des Eisenvitriols im gemeinen Leben ist so ausgebreitet, daß ganze Schriften darüber vorhanden sind, der Anwendung nicht einmal zu gedenken, welche die Alchemisten davon gemacht haben. Zum medicinischen Gebrauch ist der Vitriol entbehrlich, sowohl in Salzgestalt vor der Kalcination, als auch als Kalk, nach dem Kalciniren. Mit den Alkalien bildet seine Säure den vitriolisirten Weinstein, das Glaubersalz, Glaubers geheimen Salmiak, mit der Magnesia das

Bit-

Bittersalz, mit der Thonerde den Alaun u. s. f. Seine eisenartige Erde giebt den Eisensafran, den Eisenmohr u. s. f. Die Chemie und Metallurgie können den Eisenvitriol in manchen Fällen, z. B. beim Scheiden des Goldes auf dem trocknen und nassen Wege (§. 128.), gar nicht entbehren. Kunkel nennt den Vitriol den Schlüssel der Metalle, und will aus seiner Säure wirkliches Queckſilber erzeugt haben. Fast alle Säuren lassen sich durch Vitriol austreiben und gewinnen (§. 223). In den Färbereien, zur Anfertigung der schwarzen Tinte, in den Kattundruckereien und Gerbereien ist der Vitriol eben so unentbehrlich, als er es für die Huthmacher, Tischler, Drechsler und für alle Künstler ist, welche Wolle, Holz, Horn, Knochen, Felle u. s. f. zu färben haben; auch ist sein ökonomischer Gebrauch zur Verwährung des Holzwerkes gegen Fäulniß, Schwamm und gegen das Bemoosen sehr wichtig. Ueber die Natur, Kennzeichen, Eigenschaften und den Gebrauch des Vitriols und dessen Säure findet man in Scheffers chemischen Vorlesungen die genaueste Auskunft.

§. 223. Vom Niederschlagen des Eisens aus der Vitriolsäure.

Bergman hat in seiner Abhandlung von den Wahlanziehungen die Verwandtschaftsgesetze, welche das Eisen gegen Alkalien, Säuren, Erden und andere Metalle, durch einfache und doppelte Anziehung befolgt, am sorgfältigsten angegeben, weshalb ich hier nur die gewöhnlichsten und am mehrsten vorkommenden Fälle kurz anführen will.

A. Durch einfache Verwandtschaft.

1. Durch alkalische Salze: Die Säure verbindet sich mit dem Alkali, und läßt das Eisen in erdartiger Gestalt zurück, wovon, so wie von den dadurch entstehenden verschiedenen Farben, schon in der vorigen

Ab-

Abtheilung die Rede gewesen ist. Alkalien schlagen das Eisen aus allen Säuren am vollkommensten nieder.

2. Durch andere Säuren, welche eine stärkere Verwandtschaft zum Eisen haben, als die Vitriolsäure, wobei ebenfalls ein Niederschlag entsteht.

a. Durch Zuckersäure. Wenn man diese Säure zu einer reinen Vitriolauflösung tröpfelt, so verbindet sie sich mit dem Eisen, und bildet damit einen schönen schwefelgelben Niederschlag, welcher mit Zucker und Gummiwasser abgerieben vielleicht als Malerfarbe gebraucht werden könnte. Durch Glühen wird der Niederschlag zu einem rothen dem Magnet folgsamen Kalk. Daß die Sauerkleesäure einen eben so gefärbten und sich auch übrigens eben so verhaltenden Niederschlag giebt, werden wir §. 246. sehen *).

b. Durch Weinsteinsäure. Diese Säure giebt mit dem Eisen ebenfalls ein schwerauflösliches Salz, welches sich als ein weißes Pulver niederschlägt, im Feuer aber schwarz und dann etwas vom Magnet gezogen wird. Zuweilen behält es beim Glühen die weiße Farbe, und ist dann dem Magnet nicht folgsam, welches von der Verbindung mit einer größeren Quantität Weinsteinsäure herzurühren scheint. Die Verbindung des Eisens mit Weinsteinsäure ist eher geneigt, zu Krystallen (welche zuweilen gelblich gefärbt sind) anzuschießen, als die des Eisens mit Zuckersäure. Wenn man gleiche Quantitäten von einer Auflösung des Eisens in Vitriolspiritus und Weinsteinsäure mit einander vermengt und das Gemenge bis zur Hälfte abdampft, so setzen sich kleine, schuppige, schwerauflösliche Krystalle ab, welche mit Blutlauge nicht eher Berlinerblau geben, als bis etwas

*) Reine Kleesäure und reine Weinsteinsäure bringen im Eisenvitriol keinen Niederschlag hervor; nur in einer oxydirten und concentrirten Auflösung wird durch den Zusatz der Säuren die Abscheidung des kleesauren und weinsteinsauren Eisenoxyds bewirkt, jedoch ist die Zersetzung nur partiell.

etwas Salpetersäure zugesetzt wird; sie sind ganz geschmacklos, verbreiten auf glühenden Kohlen aber einen Weinsteingeruch (Rezius Vers. über die Weinsteinsäure, in den Schwedischen Abhandl. f. 1770.).

3. Durch Erdarten wird das Eisen aus der Vitriolsäure in derselben Folgeordnung niederschlagen, in welcher dieselben mit der Säure verwandt sind; also zuerst durch Schwererde, dann durch Kreide und reine Kalkerden, dann durch Talkerde und zuletzt durch Thon. Diese letzte Erde schlägt das Eisen aber nicht nieder, so lange es noch viel Phlogiston behalten hat, sondern nur dann erst, wann es sehr dephlogistisirt ist und kaum von der Säure aufgelöst erhalten werden kann *). Die anderen Metalle werden in der vorhin angeführten Folgeordnung ebenfalls stärker als die Thonerde von den bis jetzt bekannten Säuren angezogen, so daß sie von allen Metallen, die sich nicht in einem völlig verkalkten Zustande befinden, niedergeschlagen werden kann. Daher kommt es auch, daß das metallische Eisen den Thon aus der Alaunauflösung niederschlägt, wie wir beim Beizen des Eisens mit Alaun (§. 15.) gesehen haben. — Wenn man reine von Luftsäure freie Schwererde anwendet, so verbindet sie sich mit der Vitriolsäure zu Schwerspath, welcher sich mit der Eisenerde zugleich niederschlägt. Eben so verhält es sich mit der reinen Kalkerde, nur daß dann Gips mit der Eisenerde niederfällt. Die Bittererde giebt Bittersalz, welches in einer hinreichenden Menge Wasser aufgelöst bleibt, so daß sich die Eisenerde nur allein niederschlägt. Enthalten die Erden Luftsäure, so ist der Niederschlag luftsaure Eisenerde; alsdann geschieht die Zersetzung aber durch doppelte Wahlverwandtschaft, wovon weiter unten. Luftsaure Schwer- und Bittererde, Kreide, Kalkspath,

*) Auch dann ist der Niederschlag nur partiell, indem sich basisches Salz abscheidet, und die Thonerde mit dem Eisenoxydul ein dreifaches Salz bildet.

spath, Austerschaalen, Sepia und andere kalkartige Substanzen, schlagen das Eisen aus seiner Auflösung in Säuren als gelben Ocker nieder, welcher sogleich die Oberflächen der in die Eisenauflösung gelegten Stücken überzieht. Der Thon bildet mit der Vitriolsäure Alaun, welcher aufgelöst bleibt, während sich das Eisen mit seiner gewöhnlichen Rostfarbe niederschlägt.

Nach Bergman soll die Schwererde stärker als die fixen Alkalien, und die Kalk- und Talkerde stärker als das flüchtige Alkali von der Vitriolsäure angezogen werden. Die Folgeordnung ist nach seinen Versuchen: Schwererde, Kali, Soda, Kalk, Talk, Ammoniak. Außer mit den Alkalien sind die Niederschläge aber unvollkommen, indem immer viel Eisen in der Auflösung zurückbleibt und die sich bildenden Salze verunreiniget. Kalkwasser schlägt das Eisen zwar auch nieder, weil das Wasser aber nur wenig Kalk auflösen kann, so wird eine große Menge von Kalkwasser erfordert, auch fällt mit der Eisenerde immer zugleich Gips nieder.

4. Durch Metalle. Diese schlggen das Eisen kaum und nur höchst unvollkommen nieder, weil es, mit Ausnahme des Zinks und des Mangan, zur Vitriolsäure und zu den übrigen Säuren näher verwandt ist. Obgleich dieser Niederschlag durch doppelte Wahlverwandtschaft geschieht, indem sich die Säure mit der metallischen Erde des zugesetzten Metalles verbindet, dessen Phlogiston dagegen an das niederzuschlagende Metall tritt, und es in den metallischen Zustand versetzt, so will ich diese Art des Niederschlages doch nach den gewöhnlichen Ansichten, als durch einfache Verwandtschaft bewirkt ansehen, und hier Folgendes bemerken:

a. Wenn Feilspan von reinem Zink in eine Eisenvitriolauflösung gelegt wird, so löst sich eine beträchtliche Menge Zink auf, und das Eisen setzt sich an den unaufgelösten Stücken als ein schwarzer Brei ab, der in kurzer Zeit beim Zutritt der Luft eine Rostfarbe annimmt.

nimmt. Die Zinkauflösung enthält aber noch immer Eisen, welches sich nicht vollständig abscheiden läßt. Ob es möglich ist, das Eisen auf diese Art von anderen Metallen, vorzüglich von Kobalt zu scheiden, habe ich §. 163, g-l. gezeigt.

b. Auch das **Mangan** hat nächst dem Zink eine stärkere Verwandtschaft zu den Säuren, als das Eisen, weshalb dasselbe dadurch aus seiner Auflösung in Vitriolsäure als ein gelber Ocker niedergeschlagen wird, obgleich der Niederschlag nur langsam erfolgt. Mit einer ähnlichen Farbe wird das Eisen auch durch den weißen Braunsteinkalk, der aus der Auflösung des Braunsteins in Scheidewasser durch Fällung mit Alkalien und durch Aussüßen des Niederschlages erhalten wird, aus der Auflösung in Säuren niedergeschlagen. Mit dem schwarzen Braunstein, oder mit dem rohen Braunsteinerz läßt sich aber ein solcher Niederschlag, ohne einen Zusatz von brennbaren Substanzen, z. B. von Zucker und dergleichen, kaum bewirken, und dennoch schlägt sich der Eisenkalk gern mit einer rothen Farbe nieder.

c. Durch **Kupfer** wird das Eisen, nach **Marggraf's** Versuchen (§. 145, 1.), niedergeschlagen, wenn man Eisenvitriol im kupfernen Kessel kocht, indem das Kupfer von der Säure aufgelöst wird und mit derselben Kupfervitriol giebt, während das Eisen als Rost oder Ocker niederfällt *).

d. In gewissem Betracht wird das Eisen auch durch sich selbst niedergeschlagen, denn wenn man eine in der Kälte gemachte Auflösung des Eisens in Vitriolsäure, bei

*) Schwefelsaures Eisenoxydul wird durch Kupfer nicht verändert; schwefelsaures Eisenoxyd aber durch Vertheilung des Sauerstoffs und der Säure zersetzt, indem basisches schwefelsaures Eisenoxydhydrat niederfällt und eine Verbindung von schwefelsaurem Eisenoxydul mit schwefelsaurem Kupfer gebildet wird. — Das Kupferoxyd schlägt dagegen das Eisenoxydul aus den Auflösungen in Säuren nieder, wahrscheinlich auch das Eisenoxyd.

bei welcher die Säure vorwaltet, in die Wärme bringt, so löst sich noch mehr Eisen auf, welches aber in der Kälte nicht aufgelöst bleiben kann, sondern in Verbindung mit einem Antheil Säure als Vitriol niedergeschlagen wird. Aber auch wenn man immer metallisches Eisen in die Säure bringt, geht die Auflösung (vorzüglich in der Wärme) ununterbrochen vor sich, wogegen sich der dephlogistisirte Eisenkalk niederschlägt *).

e. Aus einer sehr verdünnten Vitriolauflösung wird ein großer Theil Eisen schon bloß durch den Zutritt der Luft niedergeschlagen, und die Auflösung, welche vorher grün oder klar und farbenlos war, wird gelblichbraun. Dieser Niederschlag läßt sich verhüten, wenn man entweder etwas überschüssige Säure zusetzt, oder wenn man die Auflösung einigemal aufkochen läßt, so daß die Säure mehr Wirkung auf das Eisen äußert, und dem Eisenkalk, der nicht aufgelöst bleiben kann, Gelegenheit zur Abscheidung gegeben wird. Der Zusatz von metallischem Eisen muß aber verhütet werden, weil sonst doch der vorige Fall (d) eintreten würde.

5. Zu den einfachen Fällungsmitteln müssen vor der Hand auch noch die Adstringentien aus Galläpfeln, Eichen- und Erlenrinde, Thee u. s. f. gerechnet werden. Sie färben die Eisenvitriolauflösung schwarz oder violett, und das Eisen schlägt sich, in Verbindung mit den öligen Theilen, als ein schwarzes oder dunkelblaues Pulver nieder. Die geistige Galläpfeltinktur schlägt aus der Vitriolauflösung sogleich ein violettes Pulver nieder, welches nach dem Trocknen so dunkelblau wird, daß man es für schwarz hält. Von der Anwendung die-

*) Aus dem Vorhergehenden ist es einleuchtend wie eine Vitriolauflösung durch ununterbrochenes Sieden mit metallischem Eisen, wenn das verdampfende Wasser immer wieder ersetzt wird, gänzlich in basisches Oxydsalz verwandelt werden kann.

dieses Niederschlages zur Tinte und zum Färben ist vorhin (§§. 186-188.) geredet.

B. Durch doppelte Verwandtschaft.

6. Das phlogistisirte, oder mit einer animalischen Säure, oder mit etwas Brennbarem verbundene Alkali schlägt das Eisen immer durch doppelte Verwandtschaft nieder, indem sich der Eisenkalk mit der animalischen Säure, oder mit dem Brennbaren des Alkali, und dieses mit der Säure, worin das Eisen aufgelöst war, verbindet, z. B.

a. Die **Blutlauge** schlägt das Eisen als **Berlinerblau** nieder (§. 202.). Die Anwendung davon auf die Eisenproben folgt unten (§. 225.).

b. Durch Alkali, welches mit Ruß zusammengeschmolzen war, wird es als **Erlangerblau** niedergeschlagen.

c. Starkes Seifenwasser, welches man auch als eine Art von phlogistisirtem Alkali ansehen kann, bewirkt beim Hinzutröpfeln zur Auflösung des Eisenvitriols augenblicklich ein Gerinnen, indem sich die Säure mit dem alkalischen Theil der Seife verbindet, und das Eisen sich als ein feiner hellgelber Safran in den fettigen öligen Theilen derselben einwickelt und eine weiche Salbe, durch Zusatz von Wachs und Terpentin aber ein Pflaster bildet, welches mit der Zeit hart und schwarzbraun wird, zum Beweis, daß das Eisen in einem ziemlich metallischen Zustande darin enthalten seyn muß. Vor dem Blaserohr sprüht der Niederschlag Eisenfunken.

d. Die Auflösung der Schwefelleber giebt mit der des Vitriols zuerst eine grasgrüne Farbe; durch einen stärkeren Zusatz wird die Mischung aber weiß, oder zu Schwefelmilch. Wird etwas reines Alkali zugesetzt, so schlagen sich Eisen und Schwefel zugleich als ein weiß-

weiße gelblichgraue Masse nieder, die in der Hitze schwarz wird, und nach dem Abbrennen des Schwefels metallisches Eisen zurück läßt. Die Leber, welche man erhält, wenn man gleiche Theile Schwerspath, Alkali und Kohlenstaub mit einander glühet, schlägt das Eisen mit einer ganz schwarzen, ziemlich beständigen Farbe nieder *).

e. Auch mit Ochsengalle gerinnt die Vitriolauflösung zu einer zähen, weißen, etwas gelblich gefärbten Salbe, die in der Wärme noch klebriger und schwarz wird, aufschäumt, stark nach Moschus riecht und nach dem Glühen einen rothen Ocker hinterläßt. Dieser Nie-

*) Ich schalte hier das Verhalten des Schwefelwasserstoffs zum Eisen ein. Bekanntlich verhält sich das hepatische Gas als eine Säure und schlägt alle Metalle, mit Ausnahme des Eisen, Nickel, Kobalt, Mangan, Titan und Molybdän, aus den Auflösungen in Säuren nieder. Dagegen werden die Oxyde der genannten Metalle durch das hepatische Gas zu Oxydulen, weshalb die Eisenoxydsalze durch dasselbe in Oxydulsalze umgeändert werden. Die Verbindung des Wasserstoffs mit mehr Schwefel, oder der hepatische Schwefel (Schwefelöl) verhält sich eben so. Anders ist das Verhalten der Verbindung des Schwefelwasserstoffgas mit Alkalien und Erden (der sogenannten Hydrosulphuren oder Schwefelwasserstoffverbindungen) und der Verbindung des hepatischen Schwefels mit Alkalien und Erden (der sogenannten Wasserstoffschwefelverbindungen, die unter dem Namen der flüssigen Schwefellebern bekannt sind) mit den Auflösungen des Eisens. Die gedachten beiden Verbindungen schlagen alle Metalle, folglich auch das Eisen, aus den Auflösungen in Säuren nieder, und es entsteht im ersten Fall ein schwarzer Niederschlag (welcher Schwefelwasserstoffeisen ist) und im zweiten Fall ebenfalls ein schwarzer Niederschlag, der mit der Zeit gelb wird (und Wasserstoffschwefeleisen ist). Wahrscheinlich ist das Schwefelwasserstoffeisen eine Verbindung von Eisenoxydul (und nicht von metallischem Eisen) mit Schwefelwasserstoff, denn man kann es unmittelbar aus Schwefelwasserstoff und grünem Eisenoxydul erhalten, wodurch man eine im Wasser auflösliche Verbindung bekommt, die bald ein schwarzes Pulver fallen läßt, welches Wasserstoffschwefeleisen ist (Berthellet in Scheerer's chem. Journ I. 367-403). Da die Verbindungen des Schwefelwasserstoffs und des Wasserstoffschwefels mit den Alkalien alle Metalle niederschlagen, so bedient man sich ihrer häufig, um die Gegenwart eines Metalles zu entdecken, indeß werden auch Thon- und Zirkonerde dadurch gefällt, nur daß das Schwefelwasserstoffgas oder der Wasserstoffschwefel als Gas entweichen oder mit den Erden zugleich niedergeschlagen werden, weil sie sich mit ihnen nicht (wie die Metalle) verbinden.

Niederschlag kommt daher dem mit Schwefelleber ziemlich nahe.

7. Wenn man eine Eisenvitriolauflösung mit einer Auflösung von Neutral- und Mittelsalzen vermischt, so treten die Gesetze der doppelten Verwandtschaft ein. Ob die Verbindungen ihre Bestandtheile wirklich verwechseln, oder nicht, ist in manchen Fällen sehr leicht und mit Zuverläßigkeit, in andern bei weitem häufigern Fällen aber sehr schwer zu entscheiden. Ohne Versuche läßt sich darüber gar nichts bestimmen; diese anzustellen, womit ich wirklich den Anfang gemacht habe, erfordert aber einen außerordentlichen Zeitaufwand, indem man schon gegen 300 Neutral- und Mittelsalze kennt. Außerdem treten auch viele Anomalien durch 3 und 4fache Verbindungen ein; die zusammengemischten oder die entstehenden Salze können sich einander auflösen, sie können beide, oder eins von ihnen, schwer- oder leichtauflösliche Verbindungen geben, also beide niederfallen, oder beide aufgelöst bleiben, und wenn die Zersetzung auf die eine Art nicht erfolgt, so muß man sie mit Salzen von entgegengesetzten Bestandtheilen versuchen, um zu sehen, ob auf diese Weise eine Zersetzung möglich ist, denn Salze, welche durch die Zersetzung zweier Verbindungen entstanden sind, können sich nicht selbst wieder zersetzen, obgleich sich der Fall wohl als möglich denken läßt, daß auf keine Weise eine Zersetzung bewirkt werden kann. Diese Anomalie ist den Verwandtschaftsgesetzen nicht entgegen, sondern sie gründet sich auf die Trennung der vermischten doppelten Salze, während die Zersetzung geschehen soll, und auf die Beschaffenheit, welche die Substanzen durch die Auflösung erhalten.

Aus diesen Gründen habe ich von diesen, für die Verwandtschaftsgesetze und vielleicht auch für die Künste sehr nützlichen Versuchen abstehen müssen. Hjelm schlug vor: durch Hülfe der Bergmanschen Verwandtschafts-

schaftstafeln zu berechnen, welche Salze sich durch doppelte Wahlanziehung zersetzen können, und jene Vorschläge sind von Bergman und Gahn angenommen und verbessert, so daß also eigentlich drei Berechnungsmethoden entstanden sind, deren Beschreibung nicht der Zweck dieses Werkes ist. Es schien daher, daß sich die doppelten Zersetzungen im Allgemeinen, und die des Eisenvitriols insbesondere sehr leicht berechnen lassen würden, allein die Versuche zeigten bald, daß keine Zersetzung statt fand, wo sie der Berechnung nach hätte erfolgen sollen, und umgekehrt. Außerdem treten Fälle ein, wo der Umtausch aus den vorhin angeführten Gründen gar nicht statt finden wollte.

Diese Schwierigkeiten veranlassen mich, die weitere Ausführung dieses Gegenstandes den speculativen Chemikern zu überlassen. Folgende allgemeine Bemerkungen über das Verhalten des Eisenvitriols gehören aber hieher.

A. Mit Neutralsalzen,

oder mit Salzen, welche durch die vollkommene oder unvollkommene Verbindung der drei Alkalien mit den Säuren entstehen. Wenn man eine Auflösung des Eisenvitriols mit den Auflösungen vitriolsaurer Neutralsalze zusammengießt, so entsteht zwar keine Zersetzung, allein es können sich, wie Bergman in seiner Abhandlung von der Wahlanziehung gezeigt hat, vielfache Salze bilden. Die übrigen Neutralsalze, mit Ausnahme derer, welche Ammoniak zur Grundlage haben, sollten den Eisenvitriol der Berechnung nach zersetzen; allein beim Vermischen einer Salpeter- und Eisenvitriolauflösung konnte man keine Verwechselung der Bestandtheile bemerken, und beide Salze kristallisirten unordentlich durch einander gemengt, obgleich der Eisenvitriol vom Salpeter gewissermaßen verdrängt zu werden schien und sich an den Wänden ansetzen mußte. Von

vitri-

vitriolisirtem Weinstein war nicht eine Spur zu bemerken. Es ist wahrscheinlich, daß bei vielen andern Neutral- und Mittelsalzen ähnliche Erscheinungen vorkommen werden, denn man kann die Berechnungen nicht für ganz zuverlässig halten, weil eine größere Vollkommenheit eine weit genauere Kenntniß der anziehenden Kräfte, als man bis jetzt hat erlangen können, voraussetzt (§. 230, 7. a.).

Hierbei muß ich noch der großen Geneigtheit des Eisenvitriols, mit anderen vitriolsäurehaltigen Salzen dreifache Salze zu bilden, erwähnen.

a. Vitriolisirter Weinstein und Eisenvitriol geben in allen Verhältnissen ein dreifaches, aus Kali, Eisen und Vitriolsäure bestehendes Salz.

b. Bittersalz mit der Hälfte Eisenvitriol lassen sich durch Krystallisiren nicht von einander trennen.

c. Kupfer und Eisenvitriol, so wie auch

d. Zink und Eisenvitriol verbinden sich in allen Verhältnissen mit einander.

e. Glaubersalz und Alaun schießen zwar für sich allein an, allein sie bleiben doch immer mit Eisenvitriol verunreiniget, besonders der Alaun.

Es kann also nicht befremden, wenn man den Eisenvitriol oft mit Kupfervitriol (Salzburger Vitriol), oder mit Kupfer- und Zinkvitriol zugleich (Vitriol von Fahlun) verbunden findet. Bei mehreren Versuchen würde man auf mehrere solche Fälle stoßen.

B. Mit erdartigen Mittelsalzen,

oder mit Salzen, die aus einer Säure und aus einer Erde, nämlich Schwererde, Kalk, Talk- und Thonerde bestehen, indem die in Säuren unauflösliche Kieselerde hier nicht in Betracht kommt. Wenn die Erdarten nur schwer von den Säuren aufgelöst werden, oder wenn die entstehenden Mittelsalze im Wasser schwer auflöslich sind, so ist es sehr schwierig, die Verwechselung der

Bestandtheile der Salze zu bewerkstelligen; die mehrsten erdigen Mittelsalze müssen den Vitriol indeß zersetzen und durch ihn zersetzt werden.

C. Mit metallischen Mittelsalzen,

oder mit Salzen, welche durch die möglichste Neutralisirung der Säure mit metallischen Erden entstehen. Von diesen gilt gewissermaßen alles, was von den beiden vorigen Salzklassen gesagt worden ist, indeß tritt hierbei wieder eine neue Schwierigkeit ein, weil sich manche Metalle nur unter gewissen Umständen in einigen Säuren auflösen, weil einige metallische Verbindungen nur mit großer Schwierigkeit darzustellen sind, und weil sich viele Metallsalze mit der Zeit von selbst in der Wärme oder durch bloßes Wasser zersetzen. Nach der Berechnung müßte der Eisenvitriol aber beinahe durch eben so viel Metallsalze zersetzt werden, als aus den vorhin angegebenen Gründen unverändert bleiben. Zur mehreren Erläuterung werde ich im folgenden § einige Versuche mit den bekanntesten metallischen Salzen und Eisenvitriol anführen.

§. 224. Ueber das Verhalten des Eisenvitriols mit anderen metallischen Salzen.

Durch andere vitriolsaure Metallsalze kann der Eisenvitriol keine Veränderung weiter, als die im §. 223, 7, A. angegebene, erleiden. Andere Säuren, Salpetersäure, Salzsäure, Weinsteinsäure, Essigsäure, Ameisensäure, Zuckersäure, Flußspathsäure u. s. f., lassen sich ohne Veränderungen ihrer Eigenschaften mit der Vitriolsäure vereinigen, nur daß die stärkere Säure die schwächere verflüchtiget, welches besonders bei der Salzsäure sehr bemerkbar ist. Wenn die eben genannten Säuren aber mit Metallen verbunden sind, so werden diese durch die Vitriolsäure zum Theil von ihrem vorigen

Auf-

Auflösungsmittel abgeschieden, wie dies z. B. bei den Verbindungen des Silbers, des Bleies, des Queckſilbers und des Wismuths mit Salpeterſäure der Fall iſt, indem die Vitriolſäure mit dieſen Metallen ſchwerauflösliche Salze oder Vitriole bildet, und die Salpeterſäure frei und zum Theil verflüchtiget wird *). Einige Säuren nehmen indeß das Eiſen aus der Vitriolſäure auf und ſchlagen ſich zugleich als Eiſenſalze nieder, wie ich ſchon von der Weinſtein- und Zuckerſäure bemerkt habe (§. 223, A. 2.). War die Vitriolſäure aber vorher vollkommen mit dem Eiſen geſättiget, ſo entſteht gewöhnlich eine Zerſetzung nach den Geſetzen der doppelten Wahlverwandtſchaft, indem die Vitriolſäure das Metall aus der Salpeterſäure (oder aus der Säure, welche man gerade anwendet) aufnimmt, wogegen ſich dieſe mit dem Eiſen des Eiſenvitriols verbindet. Außer dem ſchon vorhin (§. 223, B. 7. und C.) Angeführten gehören auch noch folgende Verſuche hierher.

1. Daß eine Goldauflöſung in Königswaſſer durch eine Eiſenvitriolauflöſung, bei welcher die Säure vorwaltet, rein und metalliſch niedergeſchlagen wird, iſt §. 148. gezeigt. Das Gold wird nämlich phlogiſtiſirt und kann deshalb nicht länger in der Säure aufgelöſt bleiben, beſonders weil ſich die Salzſäure zugleich mit phlogiſtiſirt. Vermuthlich beſitzen auch andere Eiſen-

auf-

*) Die ſchwerauflöslichen Verbindungen ſcheinen außer den Verwandtſchaftsgeſetzen zu liegen; eben ſo iſt auch bei der Beurtheilung der näheren und entfernteren Verwandtſchaft immer zu berückſichtigen, ob einer von den Körpern flüchtiger iſt, als der andere, in welchem Fall die höhere Temperatur vermieden werden muß. Geſchieht dies, ſo wird man finden, daß die reine Salzſäure dem Vitriol das Eiſen in der gewöhnlichen Temperatur entzieht, folglich mit demſelben offenbar eine nähere Verwandtſchaft hat, als die Vitriolſäure, ſo wie ſie überhaupt mit den Metallen näher verwandt iſt, als dieſe. Auch der Salpeterſäure entzieht die Salzſäure das Eiſen, ſo wie die erſtere die Schwefelſäure aus dem Vitriol abſcheidet, vorausgeſetzt, daß keine Wärme angewendet wird.

auflösungen, vorzüglich die Auflösung in Luftsäure, die Eigenschaft, das Gold niederzuschlagen, nur daß der Goldniederschlag durch das zugleich mit niederfallende Eisen verunreiniget wird.

2. Eine Auflösung des feinen Silbers in Scheidewasser ward durch eine frischbereitete Auflösung des Eisens in Vitriolsäure getrübt; es schlug sich zuerst ein weißes Pulver nieder, welches nach einigen Tagen durch ruhiges Stehen sehr feine silberweiße Schuppen bildete, die so dünne waren, daß sie auf der Flüssigkeit schwammen. Mit Gummiwasser abgerieben, gaben diese feine Schuppen eine Silberschrift, welche sich besonders auf schwarzem Grunde vortreflich ausnahm, und auch nach dem Verbrennen des Papiers den Silberglanz behielt. Man kann diese Schuppen auch als Streusilber zu Zeichnungen auf einem klebrigen Firnißgrunde anwenden; wenn man sie aber vorher auf einem Malerstein reibt, so verlieren sie den Glanz und geben ein dunkelbraunes Pulver.

Wenn man den obigen Silberniederschlag durchs Filtrum abscheidet und neue Silberauflösung zur Flüssigkeit tröpfelt, so schlägt sich noch mehr Silber nieder, woraus zu folgen scheint, daß der Niederschlag nicht durch die überschüssige Säure des Eisenvitriols (welcher außerdem möglichst gesättiget war), sondern wahrscheinlich durch doppelte Wahlverwandtschaft entsteht, indem sich die Vitriolsäure mit dem Silber, welches etwas Phlogiston vom Eisen anzieht und sich deshalb mit metallischem Glanz niederschlägt, verbindet, wogegen die Salpetersäure an das Eisen tritt und es aufgelöst hält. Daß sich wirklich wenigstens etwas Vitriolsäure mit dem Silber verbunden hatte, geht aus dem hepatischen Geruch hervor, welcher sich entwickelt, wenn man den noch so sehr ausgesüßten Niederschlag mit Alkali vor dem Luftrohr schmelzt und Salpetersäure hinzutröpfelt. Dennoch kann der metallische Niederschlag nicht durch

dop-

doppelte Affinität, sondern er muß durch das Phlogiston des Eisenvitriols entstanden seyn, denn als ich statt der frischbereiteten gehörig gesättigten Eisenauflösung eine Auflösung des grünen Vitriols in Wasser anwendete, so erhielt ich kein metallisch glänzendes Pulver, sondern das Silber fiel in Verbindung mit der Vitriolsäure als ein weißes Pulver ohne metallischen Glanz zu Boden. Bergman schlug aus einer gehörig gesättigten und verdünnten Silberauflösung durch graues Roheisen glänzende Silberschuppen nieder, woraus ebenfalls zu folgen scheint, daß das Silber bei dem oben angeführten Versuch durch das Phlogiston des frisch bereiteten Eisenvitriols in den metallischen Zustand versetzt worden seyn muß; weil aber nicht Phlogiston genug vorhanden war, so ward zugleich ein Theil Silber als Silbervitriol niedergeschlagen, welcher den hepatischen Geruch hervorbrachte. Das weiße Pulver beim zweiten Versuch war Silbervitriol, der durch die überschüssige Säure des lange gelegenen Eisenvitriols und durch die Zersetzung desselben entstanden war *).

3. Eine vollkommen gesättigte, kalt bereitete und nicht verdünnte Auflösung von feinem Zinn in Königswasser gab mit Eisenvitriolauflösung einen weißen Niederschlag, welcher ausgesüßt und im Finstern langsam getrocknet ward. Er bestand aus größeren und kleineren, theils vieleckigen, theils kubischen, weißen und gelblichweißen Krystallen, die sich in reinem siedendem Wasser nicht auflösten, sondern erst durch einen Zusatz von etwas Säure auflöslich wurden. In einer geringen Hitze färbten sich die Krystalle braun, und bekamen einen Glanz wie kleine Zinngraupen oder Zinngranaten; in einer stärkeren Hitze vor dem Löthrohr mit einem Zusatz von

*) Man sieht, daß das schwefelsaure Eisenoxydul einen Theil Sauerstoff vom Silberoxyd anzog, sich selbst stärker oxydirte und das Silber desoxydirte. Enthielt der Vitriol schwefelsaures Eisenoxyd, so konnte die Vertheilung des Sauerstoffs nicht statt finden.

von Alkali kamen sie in Fluß und verbreiteten beim Hinzutröpfeln von Säure einen hepatischen Geruch. Sie reducirten sich bei dieser Schmelzung, und auch mit einem Zusatz von Borax zu einem kleinen reinen Zinnkorn, welches nicht vom Magnet gezogen ward. Die Vitriolsäure muß also mit dem Zinn jene schwerauflöslichen Krystalle gebildet, und das Eisen muß sich dagegen mit dem Königswasser verbunden haben, oder es muß eine Zersetzung durch doppelte Wahlverwandtschaft erfolgt seyn, welche auch der Berechnung nach statt finden sollte. Aus der weißen Farbe jener unauflöslichen Zinnkrystalle läßt sich schließen, daß es auch weiße Zinngranaten geben kann, und daß die röthlichbraune Farbe der gewöhnlichen Zinngraupen nur einem *gewissen* Hitzgrad ihre Entstehung verdankt *).

4. Salpetersaures Blei und Eisenvitriol gaben durch Zersetzung durch doppelte Wahlverwandtschaft einen weißen, pulverartigen, schwerauflöslichen Niederschlag, der aus Bleivitriol bestand, so daß der Erfolg in diesem Fall mit der Berechnung übereinstimmt. Eben dieser Niederschlag erfolgte auch mit essigsaurem Blei, allein das Eisen schlug sich auch bald nachher als ein gelber Rost nieder, weil die Essigsäure das Eisen nicht aufgelöst halten kann. Der Bleivitriol verbreitete mit Alkali vor dem Löthrohr einen hepatischen Geruch, wobei sich ein Bleikorn reducirte, welches etwas vom Magnet gezogen ward.

5. Das salpetersaure Quecksilber löst sich leicht in Eisenvitriol auf, und giebt eine Art von Turpath, welcher zuerst als ein weißes Pulver niederfällt, aber in der Wärme gelb wird. In der Glühhitze verraucht dies Pulver bis auf ein wenig Staub, der vom Magnet gezogen wird. Wenn jenes Pulver durchs Filtrum abgeson-

[illegible] worauf Hr. K. hindeutet (Zinnstein), keine [illegible], sondern bloß oxydirtes Zinn enthält, hat Klap[illegible] [illegible]6.) erwiesen.

gesondert und dann mehr Queckſilberauflöſung zugeſetzt wird, ſo entſteht ein neuer Niederſchlag, und wenn man die Flüſſigkeit einige Tage lang digerirt, ſo ſetzen ſich kleine halbrunde kryſtalliniſche Kügelchen wie halbe Erbſen an, welche eine röthlichbraune Granatfarbe haben und halbdurchſichtig ſind. Unter dem Mikroskop haben ſie das Anſehen von Himbeeren; ſie ſind dabei ſchwer und ziemlich hart, auch ſcheinen ſie kleine weiße Kryſtalle zu enthalten. Vor dem Löthrohr kniſtern ſie ſehr und laſſen nach dem Glühen nur ein feines zinnoberrothes Pulver zurück, welches vom Magnet gezogen wird. Dieſe Kryſtalle ſcheinen alſo ein Gemiſch von dephlogiſtiſirtem Vitriol und ſalpeterſaurem Queckſilber zu ſeyn, welches um ſo wahrſcheinlicher iſt, als nach der Berechnung keine Zerſetzung erfolgen ſoll.

6. Salpeterſaures **Wismuth** gab mit Eiſenvitriol einen weißen pulverartigen Niederſchlag, der nach dem Ausſüßen und Trocknen nur ſchwache Spuren von hepatiſchem Geruch zu erkennen gab, aber zu einem gelben Glaſe ſchmolz, woraus ſich ein kleines Wismuthkorn reducirte. Der Magnet zeigte keine Spur von Eiſen. Nach der Berechnung ſoll hier keine Zerſetzung ſtatt finden, und wirklich iſt der Niederſchlag auch nur durch das zugeſetzte Waſſer entſtanden.

7. Salpeterſaures **Spiesglas** gab mit Eiſenvitriol einen weißen Niederſchlag, der auch nach dem Ausſüßen und Trocknen ſeine weiße Farbe behielt und durch Kalciniren gelb ward, übrigens aber dieſelben Eigenſchaften beibehielt. Durch den Magnet konnte man nicht eine Spur von Eiſen auffinden, auch gab das Pulver durch Schmelzen mit Borax ein farbenloſes Glas. Der Zuſatz von bloßer Vitriolſäure zur Spiesglanzauflöſung bewirkt keinen Niederſchlag, ſondern dieſer erfolgt erſt durch das Verdünnen mit Waſſer. Die Wismuthauflöſung zerſetzt ſich dagegen ſogleich, auch ohne

Ver-

Verdünnung mit Wasser. Nach der Berechnung soll hier keine Zersetzung statt finden.

8. Das salpetersaure Arsenik verband sich, obgleich sehr langsam, mit dem Eisenvitriol zu kleinen, weißen, parallelepipedischen Krystallen, welche in der Hitze wie Borax aufschäumten, zuerst gelblich wurden und dann eine schwarze Schlacke bildeten, welche vom Magnet gezogen ward. — Es scheint daher ein dreifaches Salz entstanden zu seyn, nach der Berechnung soll auch keine Zersetzung statt finden.

9. Salpetersaures Kupfer und Eisenvitriol zersetzen sich nicht, auch soll nach der Berechnung keine Zersetzung erfolgen. Nach dem Abdampfen fand ich das Kupfer indeß zu blaugefärbten Krystalien angeschossen, welche nach dem Kalciniren vom Magnet gezogen wurden, beim Schmelzen mit Borax aber eine rothe Kupferschlacke gaben. Es scheint, daß die Vitriolsäure statt des durch die Wärme abgeschiedenen Eisenkalks wieder Kupfer aufgenommen habe, so daß hier nur eine einfache Wahlverwandtschaft statt findet.

10. Salpetersaures Zink verhielt sich eben so, wie das salpetersaure Kupfer, nur daß die Krystalle eine weiße Farbe hatten. Nach der Berechnung muß hier eine Zersetzung erfolgt seyn.

11. Gleiche Theile salpetersaures Mangan und Eisenvitriol wurden fast bis zur Trockniß abgedampft, wobei sich Eisenocker niederschlug und nachher weiße Krystalle ansetzten, welche aus eisenhaltigem schwefelsaurem Mangan bestanden. Die Salpetersäure ward hier, wie in den vorigen Fällen, langsam verdampft. Weil nach der Berechnung keine Zersetzung erfolgen soll, so muß sie wohl auf die vorhin (9) angeführte Weise wie beim Kupfer bewirkt worden seyn.

12. Salpetersaures Nickel und Eisenvitriol sollen sich nach der Berechnung nicht zersetzen, welches auch mit der Erfahrung übereinstimmt. Obgleich die Mi-

schung

schung so stark abgedampft worden war, daß sie fast zähe geworden, so schlug sich doch kein Eisen nieder, sondern die Alkalien fällten es noch mit einer grünen Farbe.

13. Gleiche Theile salpetersaures Kobalt und Eisenvitriol verhielten sich ganz auf dieselbe Weise.

14. Daß die Auflösung des Platin in Königswasser den Eisenvitriol nicht zersetzt, ist bekannt, auch soll nach der Berechnung keine Zersetzung erfolgen *).

§. 225. Ueber das Probiren der Eisenerze auf dem nassen Wege durch Niederschlag.

Bergman hat in seiner Abhandlung vom Probiren der Eisenerze auf dem nassen Wege gezeigt, daß sich das Eisen sowohl im metallischen als auch im verkalkten Zustande, worin es sich in den Eisenerzen, in Verbindung mit Berg- und Erdarten, befinden kann, in allen Säuren auflöst, und daß es aus diesen Auflösungen durch Alkalien so vollständig niedergeschlagen wird, daß sich aus dem Gewicht des erhaltenen Kalkes die Quantität des Eisens berechnen läßt. Diese vortrefliche Abhandlung ist zwar allgemein bekannt; weil die darin vorgetragene Me-

*) Ueber das Verhalten des Eisens zur schwefligten Säure muß ich noch Folgendes nachbringen. Sie greift das Eisen stark und mit großer Hitzentwickelung an, ohne daß sich Wasserstoffgas entbindet. Das Eisen oxydirt sich auf Unkosten der Säure, von der ein Theil zersetzt wird. Nach Bertholler (Ann. de Chim. II. 58.) bildet sich schwefligtsaures Eisen und Schwefel, so daß man durch unmittelbares Auflösen kein reines schwefligtsaures Oxydul erhalten kann. Die Auflösung ist zuerst braun und wird nach und nach grün. Setzt man Schwefel- oder Salzsäure zu, so entwickelt sich schwefligte Säure mit Aufbrausen und es schlägt sich Schwefel nieder. Wird die Auflösung der Luft ausgesetzt, so krystallisirt das reine schwefligtsaure Oxydul und es bildet sich ein röthliches Pulver (wahrscheinlich basisches schwefligtsaures Eisenoxyd mit Schwefel). Löst man jene Krystalle im Wasser auf und setzt sie der Luft aus, so sollen sie sich nach Fourcroy nach und nach in schwefelsaures Oxydul verwandeln. Das schwefligtsaure Eisenoxydul ist im Alkohol unauflöslich, das schwefelhaltige schwefligtsaure Oxydul löst sich aber darin auf, und bleibt an der Luft unverändert.

Methode aber so außerordentlich nützlich und anwendbar ist, so scheint es mir zweckmäßig, hier einen kurzen Auszug davon zu geben.

Nach Bergman soll man zum Auflösen Königswasser, aus 1 Scheidewasser und 2 Salzsäure bestehend, anwenden, weil sich das Eisen darin sowohl im metallischen als im verkalkten Zustande auflöst. Das Erz wird möglichst fein zerpulvert, abgewogen, in einen Kolben gethan und mit der Säure übergossen, so daß dieselbe einige Finger hoch darüber steht. Der Kolben wird verkorkt und die Mischung unter häufigem Umschütteln digerirt. Nach einigen Tagen wird die gelbe Flüssigkeit behutsam abgegossen und neue Säure zugesetzt, welches Verfahren man so lange wiederholt, bis man aus der Farbe der Flüssigkeit, die durch das Eisen dunkelgelb gefärbt wird, schließen kann, daß sich nichts mehr auflösen will. In manchen Fällen, vorzüglich wenn die Gangart Kieselerde ist, muß man die stärkste Säure, ja oft sogar Siedhitze anwenden, um alles Eisen auszuziehen. Der Rückstand wird auf ein abgewogenes Filtrum von Löschpapier gebracht und mit heißem Wasser ausgesüßt, um alle anhängende Säure rein wegzubringen. Die Auflösungen und das Aussüßwasser werden zusammengegossen, und enthalten nun das im Erz befindlich gewesene Eisen. Es fragt sich nur: Wie der wahre Gehalt nach Procenten angegeben werden kann?

Die Blutlauge, welche man nach Macquer's Methode durch Zersetzung des Berlinerblau vermittelst des reinen Alkali erhält, ist nach Bergman das sicherste Mittel, das Eisen aus seinen Auflösungen rein niederzuschlagen. Von der Bereitung des Berlinerblau ist oben (§. 202.) geredet. Die Zubereitung der Lauge geschieht auf folgende Art. Es werden gleiche Theile gereinigter Weinstein und Salpeter aufs feinste zerpulvert mit einander gemengt, und auf die gewöhnliche

Art

Art in einem glühenden Tiegel abgebrannt, um weißen Fluß zu erhalten. Ein Loth von dieſem weißen Fluß wird in einem Scheidekolben in einer mäßigen Siedhitze in ½ Quart Waſſer aufgelöſt, und der Auflöſung werden nach und nach 4 Loth fein geriebenes Berlinerblau zugeſetzt, wobei man aber das Ueberkochen vermeiden muß, wozu die Miſchung wegen des Aufſchäumens, welches bei der Zerſetzung entſteht, ſehr geneigt iſt. Die blaue Farbe verliert ſich nach und nach, und es bleibt ein dunkles Pulver zurück. Weil man nämlich der Sicherheit wegen hier mehr Berlinerblau nimmt, als die Sättigung der Lauge erfordert, ſo iſt der Rückſtand nicht röthlich, welches der Fall ſeyn müßte, wenn ſo viel Alkali vorhanden wäre, als zur vollſtändigen Zerſetzung erforderlich iſt. Wenn die letzte Quantität Berlinerblau zugeſetzt iſt, wird die Miſchung noch eine halbe Stunde lang in einer gelinden Siedhitze erhalten und das verdampfende Waſſer immer wieder erſetzt; zuletzt wird die Lauge filtrirt, und der Satz mit ſo viel heißem Waſſer ausgeſüßt, daß die erhaltene Lauge 1½ Maaß ausmacht, indem ſie in dieſem Verhältniß immer gleich ſtark bleibt, welches in manchen Fällen ſehr nützlich iſt.

Von einer ſo zubereiteten Lauge wird dann zu der aus den Erzen erhaltenen und mit Waſſer ſtark verdünnten Eiſenauflöſung ſo lange etwas hinzugetröpfelt, als ſich noch ein blauer Niederſchlag zeigt, welcher augenblicklich als eine blaue Wolke, die ſich langſam niederſetzt, zum Vorſchein kommt. Es iſt beſſer, zu viel als zu wenig Lauge zu nehmen, weil dadurch die Abſonderung des Niederſchlags befördert wird, auch muß man das Gefäß etwas rütteln, damit ſich an den Wänden nichts anſetzt. Hat ſich der Niederſchlag geſetzt, ſo prüft man die obenſtehende klare Flüſſigkeit durch ein Paar Tropfen Lauge, ſchlägt das etwa zurückgebliebene Eiſen völlig nieder, bringt alles auf ein genau abgewo-

genes

genes Filtrum von Löschpapier, süßt den Rückstand auf dem Filtro sorgfältig mit heißem Wasser aus, trocknet das Filtrum, wiegt es und zieht von dem Gewicht das des Filtrum ab, um das wahre Gewicht des Berlinerblau zu erfahren. Will man nicht filtriren, so darf man die Flüssigkeit nur behutsam abgießen, den Rückstand mehrere male aussüßen, und das Berlinerblau dann in dem gläsernen Gefäß eintrocknen lassen.

Aus vielen Versuchen hat **Bergman** gefunden, daß eine Auflösung von einem Theil Eisen in Mineralsäure fast genau 6 Theile Berlinerblau giebt. Wenn man also alles Eisen durch Säuren gehörig aus den Erzen ausgezogen und dann durch Blutlauge niedergeschlagen hat, so läßt sich die Quantität des metallischen Eisens leicht bestimmen. Von dem Gewicht des Niederschlages müssen aber noch 4 Procent, als der Gehalt von Berlinerblau in der angewendeten Blutlauge, welche niemals eisenfrei darzustellen ist, in Abzug gebracht werden *). Die Berechnung des Eisengehalts geschieht daher auf folgende Art: m bezeichne die Anzahl der Pfunde Erz, welche zur Probe genommen sind. Bei reichen Erzen braucht man nicht 100, sondern man kann 20, 10, ja sogar 5 Pfund nehmen. Ferner bezeichne b die Anzahl der Pfunde Berlinerblau, welche aus m entstanden sind, so ist der Procentgehalt des Erzes nach der Correction

*) Es ist durchaus erforderlich, die Auflösung des Erzes anhaltend zu sieden, damit man überzeugt ist, daß sich das Oxyd in einem gleichen und vollkommenen Oxydationszustand befindet. Alsdann zeigen 100 Theile völlig trockner Niederschlag, nach meinen wiederholten Versuchen, 24,75 vollkommenes Eisenoxyd an, worin sich 17,2 Eisen befinden. Dies stimmt bis auf 0,8 Procent mit Bergman überein, obgleich die Angabe desselben, daß durch die angewendete Blutlauge (durch das blausaure Kali-Eisenoxydul) nur 4 Procent Niederschlag mehr entstanden wären, aus mehreren Gründen völlig unrichtig ist. — Ueberhaupt aber ist diese Probirmethode nur in dem Fall anwendbar, wenn man weiß, daß das Erz keine anderen Metalle, vorzüglich Mangan, enthält.

tion $\frac{16 . b}{m}$ *). Substituirt man die Werthe von b und m in der allgemeinen Formel, so erhält man den verlangten Gehalt ohne Umwege. Wenn z. B. $m = 16$ und $b = 70$ ist, so würde das Erz $\frac{16 . 70}{16} = 70$ Procent enthalten. Man darf nämlich nur das Gewicht des Berlinerblau mit der Zahl 16 multipliciren und das Produkt durch das Gewicht des Erzes dividiren. Wer den Grund dieses Verfahrens nicht einsieht, mag sich der gewöhnlichen arithmetischen Methode bedienen. In dem eben angeführten Beispiel werden von den 70 Pfund Berlinerblau 4 Procent, oder $2\frac{4}{5}$ Pfund abgezogen. Der Rest oder $67\frac{1}{5}$ Pfund giebt das korrigirte Gewicht des Berlinerblau an, welches 6mal größer ist, als das des metallischen Eisens, und daher durch 6 dividirt werden muß, um den richtigen Eisengehalt der 16 Pfund Erze, nämlich $11\frac{1}{5}$ Pfund zu erhalten. Hiernach läßt sich nun der Gehalt des Erzes in Procenten nach der Regel de Tri bestimmen, denn wenn 16 Pfund Erz $11\frac{1}{5}$ Pfund Eisen geben, so müssen 100 Pfund Erz 70 Pfund oder Procent Eisen enthalten, welches mit der vorigen Berechnung übereinstimmt.

Durch mehrere zwanzig vergleichende Eisenproben mit verschiedenen Eisenerzen und eisenhaltigen Steinen ist es erwiesen, daß man den Eisengehalt auf diesem Wege viel genauer und richtiger ausmitteln kann, als durch die gewöhnliche Eisenprobe auf dem trocknen Wege, besonders bei armen Erzen, von denen man kaum ein sichtbares Korn erhält. Aus eigenen Versuchen weiß ich, daß man den Eisengehalt durch den Nie-

der-

*) Der zu findende Procentgehalt ist nämlich $= \frac{b - \frac{4}{100} b}{6 m}$

$= \frac{96 b}{6 m} = \frac{16 b}{m}$

derschlag zuweilen etwas größer, zuweilen eben so groß, aber niemals geringer als durch die Schmelzprobe erhält, nur wird ein großer Aufwand von Geduld und Zeit zu diesen Versuchen erfordert. Die Erze müssen aber auch (wie es immer der Fall ist) in Säuren auflöslich seyn, wozu sie durch vorheriges Kalciniren mit brennbaren Substanzen vorbereitet werden können. Die im Erz zugleich befindlichen auflöslichen Erdarten werden durch die Blutlauge nicht niedergeschlagen; ist aber ein anderes Metall vorhanden, so muß es entweder vorher oder nachher abgeschieden werden, um den reinen Eisengehalt zu erfahren *).

§. 226.

*) Wenn es bloß darauf ankommt, den Eisengehalt der zu verschmelzenden Erze zu erfahren, wird man die Probe auf dem trocknen Wege der auf dem nassen vorziehen, weil sie fast eben so genaue Resultate geben kann, und weil sie weit weniger mühsam ist, als diese. Wie die Proben genommen und wie die Tiegel mit Gestübbe ausgefüttert werden sollen, kann ich hier eben so wenig auseinander setzen, als das Verfahren beim Schmelzen selbst, welches bekanntlich entweder im Windofen, oder (mit mehr Beschwerde und vielleicht mit weniger Zuverläßigkeit) vor dem Gebläse geschieht. Nur über die den Erzproben zuzusetzenden Flüsse habe ich auf Gadolins vortrefliche Abhandlung über die Wirkung der Flüsse beim Probiren der Eisenerze durch Schmelzung zu verweisen (Crells Annalen f. 1796. II. 280-288. 304-325. 386-393.). Es geht daraus hervor, daß die mehrsten Erze wesentlich einen Zusatz oder Fluß erfordern, damit sie sich mit der sie umgebenden Kohle nicht übersättigen und Reißblei bilden, daß Borax der beste Fluß ist und daß alle strenge und zähe fließenden Flüsse eben so nachtheilig auf die Reduktion des Eisens wirken, als die leicht und dünne fließenden. — Auf dem Harz und in Schlesien wendet man mit gutem Erfolg gleiche Theile reinen Kalk und Flußspath an, und nimmt bei leichtflüssigen Erzen die Hälfte, bei strengflüssigen aber gleiche Theile Fluß und Erz, welche im Mörser genau mit einander zusammengerieben werden.

Eine Anleitung zum Probiren der Eisenerze auf dem nassen Wege, oder zur Analyse derselben, würde hier am unrechten Ort stehen. Will man bloß den Eisengehalt wissen, so verfahre man nach Bergmans Methode, oder nehme an, daß 100 Berlinerblauniederschlag 17,2 Eisen anzeigen.

§. 226. Von der Auflösung des Eisens in Salpetersäure.

Die Salpetersäure ist das stärkste Auflösungsmittel für das Eisen und greift dasselbe mit der größten Heftigkeit und Entwickelung von Hitze an. Wenn die Säure aber im höchsten Grade koncentrirt ist, so widersteht das Eisen dem Angriff.

1. 100 Probirpfund reiner Eisenfeilspan wurden mit 350 Pfund koncentrirter Salpetersäure übergossen. Eine Auflösung erfolgte nicht, das Gefäß mochte verkorkt seyn oder nicht. Durch den Zusatz von der Hälfte Wasser entstand ein plötzliches Aufschäumen und Entwicklung von Hitze, so daß der Kork abgeworfen ward, ohne jedoch eine Wirkung der Säure auf das Eisen bemerken zu können. Als ich aber noch etwas mehr Wasser zusetzte, und das Gefäß wieder verkorkte, erfolgte eine heftige Explosion, es entwickelte sich ein brauner Rauch, und der Pfropfen ward mit einem kleinen Knall in die Höhe geworfen. Nach und nach ward immer etwas mehr Wasser zugesetzt, und bei jeder Verdünnung entstand ein neues heftiges Aufbrausen. Nachdem ich auf diese Weise eben so viel Wasser als Säure, nämlich 350 Pfund, zugesetzt hatte, war das Eisen ohne allen Rückstand aufgelöst und ließ keinen gelben Ocker fallen, zeigte auch keine Erhitzung mehr. Die Auflösung hielt sich ganz klar, sie hatte eine röthlichbraune Farbe und bestand also aus 7 Theilen verdünnter Salpetersäure und 1 Eisen.

2. Dreihundert Pfund gewöhnliches Scheidewasser wurden in einem gut verkorkten Gefäß mit eben so viel reinem Wasser verdünnt, und in die verdünnte Säure nach und nach Eisenfeilspan gebracht, das Gefäß aber nach dem jedesmaligen Hinzuthun des Eisens wohl verschlossen in die Kälte gestellt. Auf diese Weise wurden 20 Pfund Eisen ohne heftiges Aufbrausen und ohne

Ent-

Entwickelung von braunem Rauch aufgelöst, aber eine größere Quantität wollte die Säure nicht aufnehmen. Die Auflösung bestand also aus 30 Theilen verdünnter Salpetersäure und 1 Eisen; sie war ganz klar, hatte zuerst eine gewöhnliche, zuletzt aber eine hellgelbe Farbe, ohne indeß Ocker abzusetzen.

Als ich die beiden Auflösungen 1 und 2 in einem offenen Kolben einer gelinden Wärme aussetzte und mehr Eisen hineinbrachte, so fand eine neue Auflösung unter Entwickelung von braunem Rauch statt, und das schon aufgelöst gewesene Eisen sowohl als das frisch zugesetzte schlugen sich nachher als ein braunrother Ocker nieder, so daß das Ganze das Ansehen von dickem Brei erhielt. Diese Erfahrung bestätigt abermals, daß die Salpetersäure vorzüglich den phlogistischen Theil der Metalle angreift und den erdartigen Theil nur so lange aufgelöst halten kann, als er noch mit dem erforderlichen Antheil von Phlogiston versehen ist. Deshalb läßt sich auch das aufgelöste Eisen durch anderes metallisches Eisen niederschlagen.

3. Wenn eine solche übersättigte Eisenauflösung aus einer Retorte bei gelinder Wärme abdestillirt wird, so geht zuerst ein Phlegma und dann Salpetersäure mit einem braunen Rauch über. Legt man jetzt eine neue Vorlage vor, so erhält man koncentrirte rauchende Salpetersäure, welches nach Baumé auch bei den gesättigten Auflösungen mehrerer Metalle in Salpetersäure der Fall ist. Der bei den Auflösungen der Metalle in Salpetersäure aufsteigende braune Rauch ist nichts weiter, als eine mit etwas Phlogiston verbundene Salpetersäure; er kann sich daher auch nicht entzünden und brennen, wie die Luftart, welche man bei der Auflösung des Eisens in Vitriolsäure erhält, denn diese hat ganz andere Bestandtheile, nämlich Phlogiston und Hitze (§. 220.). Ohne Zweifel würde das Eisen auch mit der Salpetersäure solche brennbare Luft geben, wenn diese

Säu-

Säure des Phlogiston nicht so begierig anzöge, daß nichts mehr übrig bleibt, um mit der aus dem Eisen sich entwickelnden Hitze brennbare Luft bilden zu können. — Wenn man die völlig mit Eisen gesättigte salpetersaure Auflösung so weit einkocht, daß der Eisenkalk trocken zurück bleibt, so zieht er aus der Luft Feuchtigkeit an und zerfließt; dampft man die Auflösung aber bis zur Syrupsdicke ab, vermengt sie dann mit etwas Brennbarem und kocht sie bis zur Trockniß ein, so entzündet sie sich bei einem Wärmegrad, den man beinahe mit der bloßen Hand vertragen kann. Dies ist auch eine Wirkung der Salpetersäure, welche sich durch die Sättigung mit Phlogiston in Feuer verwandelt (Scheele von der Luft und vom Feuer §. 27.).

4. Verbranntes oder kalcinirtes Eisen, welches nicht mehr vom Magnet gezogen wird, löst sich in Salpetersäure nicht auf. Wenn die Säure aber durch Destillation über Braunstein, oder über Eisenmohr, oder durch einen Zusatz von Zucker phlogistisirt wird, so löst sie die Eisenkalke zum Theil auf. Auch das metallische Eisen löst sich in der phlogistisirten Salpetersäure ohne Entwickelung von braunem Rauch auf, wenn man es nach und nach in kleinen Quantitäten einträgt. Von der Auflösung der Eisenschlacken in Salpetersäure und in andern Säuren ist im §. 68. gehandelt *).

§. 227.

*) Weil die Salpetersäure so sehr geneigt ist, einen Theil ihres Sauerstoffs abzutreten und sich in Salpetergas umzuändern, so treten bei der Auflösung des Eisens in dieser Säure die Bildung der Oxydsalze und der basischen Oxydsalze noch weit schneller und vollständiger ein, als bei der Vitriolsäure.

Wie Hr. R. auch zeigt, wirkt sehr koncentrirte Salpetersäure nicht stark auf das Eisen; ist sie aber von mittlerer Stärke, so ist die Wirkung äußerst heftig und es entwickeln sich Ströme von Gas, welche nach Priestley aus salpetrigter Säure und Salpetergas bestehen. Während dieser Wirkung oxydirt sich das Eisen zum Maximum und es fällt ein rothes Pulver (basisches salpetersaures Eisenoxyd) nieder. Auf dem gewöhnlichen Wege erhält man daher immer salpetersaures Eisenoxyd. Davy hat indeß die

§. 227. Ueber die Quantität der Hitze, welche die verschiedenen Eisenarten beim Auflösen entwickeln.

Die starke Hitze, welche bei der Auflösung der Eisenfeilspäne in Salpetersäure entsteht, ist eine Folge der im Eisen befindlichen, beim Auflösen frei werdenden Wärme. Diese Hitze entwickelt sich zwar bei allen Auflösungen des Eisens in Säuren, am stärksten aber bei der Salpetersäure, weil diese Säure das Phlogiston so heftig anzieht, daß keine brennbare Luft entstehen kann, folglich die Hitze ganz frei und ungebunden wirksam wird.

A. Zu

Darstellung des salpetersauren Eisenoxyduls gezeigt. Man gießt nämlich Salpetersäure von 1,16 specifisches Gewicht auf das Eisen, wodurch in gewöhnlicher Temperatur nur eine langsame Wirkung ohne Gasentwickelung erfolgt. Die Auflösung hat, wegen des aufgelösten Salpetergas, eine dunkelolivenbraune Farbe; an der Luft wird sie blaß, weil sich das Salpetergas in Salpetersäure umändert; durch Koncentriren oder Erhitzen entsteht aber sogleich salpetersaures Eisenoxyd. Alkalien schlagen ein grünes Eisenoxydhydrat nieder. Leichter und in einem höchst vollkommenen Zustande erhält man eine Auflösung des salpetersauren Eisenoxydul dadurch, daß man salpetersaures Silber oder Bleisalpeter durch reines Eisen niederschlägt und das reguliniſche Silber oder Blei durch Filtriren abscheidet. Die Auflösung ist hellgrün, und setzt beim Zutritt der Luft basisches salpetersaures Eisenoxyd ab.

Die Auflösung des salpetersauren Eisenoxyd ist braun und unkrystallisirbar, läßt beim Verdampfen basisches Salz fallen, und wird zuweilen beim Koncentriren auch gallertartig. Bei starker Hitze entweicht die Säure und läßt das rothe Oxyd rein zurück. Nach Vauquelin soll man dies Salz in kleinen farbenlosen vierseitigen Säulen krystallisirt erhalten, wenn man koncentrirte Salpetersäure einige Monate lang über Eisenoxydul stehen läßt. Die Krystalle haben einen scharfen Geschmack, sind sehr zerfließend, lösen sich mit rother Farbe im Wasser auf, und geben mit Alkalien einen Niederschlag von rothem Oxyd.

Das basische salpetersaure Eisenoxydhydrat bildet ein braunrothes, in Säuren fast unauflösliches Pulver. Diese Erscheinung ist um so merkwürdiger, als sich das reine Oxyd sehr leicht in Salpetersäure auflöst. Das Oxydul ist dagegen höchst schwerauflöslich, und erfordert ein drittehalbstündiges Sieden mit 32 Theilen Säure.

A. Zu den Versuchen, die ungleichen Quantitäten der Hitze zu bestimmen, welche sich bei der Auflösung der verschiedenen Eisenarten in Salpetersäure entwickeln, bediente ich mich des Celsiusschen Queckſilberthermometers; weil ich das Thermometer aber nicht unmittelbar in die Auflösung stellen konnte, brachte ich es in ein Glas mit Wasser, in welches auch der Auflösungskolben dergestalt gestellt ward, daß der Kolben die Thermometerkugel berührte. Zu jedem Versuch wurden 50 Probirpfund Eisenfeilspan in den Kolben gelegt, und 6 Centner Salpetersäure in dem Augenblick, wenn das Thermometer auf dem Gefrierpunkt stand, mit einem mal über das Eisen gegossen, wodurch ein heftiges Aufbrausen und eine Entwickelung von braunem Rauch und von Hitze entstand, welche letztere das Queckſilber im Thermometer bei den verschiedenen Eisenarten (wozu dieselben wie im §. 220, 4. 6. genommen wurden) zu folgenden Höhen über den Gefrierpunkt aufsteigen ließ.

1.	Zähes und weiches Eisen bis . . .	30 Gr.
2.	Kaltbrüchiges Stabeisen brauste so heftig, daß es über den Rand des Kolbens treten wollte	49 "
3.	Rothbrüchiges Stabeisen	38 "
4.	Rothbrüchiges Roheisen	26 "
5.	Brennstahl, verhält sich eben so wie No. 2.	47 "
6.	Stahl von alten Feilen ebenfalls so .	33 "
7.	Graues gaares Roheisen	17 "
8.	Grelles Roheisen	23 "
9.	Roheisen von Daland	25 "

Diese Höhen erreichte das Queckſilber aber nicht plötzlich, sondern nach und nach, und fiel auch eben so wieder zurück. Die relativen Quantitäten von Hitze, welche die verschiedenen Eisenarten entwickeln, gehen aus diesen Versuchen zwar hervor, aber nicht die abso-

luten, welche sich auch wohl schwer bestimmen lassen würden. Wenn man von den Quantitäten der Hitze auf die Menge des Phlogiston in den verschiedenen Eisenarten schließen darf, so müssen das kaltbrüchige Eisen und der Stahl am mehrsten und wenigstens eben so viel Phlogiston enthalten, als das weiche und zähe Eisen. Dies stimmt mit mehreren Versuchen und auch mit der Erscheinung (§. 220, 6.) überein, daß das kaltbrüchige Eisen eben so viel, wenn nicht mehr, brennbare Luft liefert, als andere Eisenarten, welches nicht der Fall seyn könnte, wenn dies Eisen nicht die mehrste Hitze und das mehrste Phlogiston enthielte. Daß das graue Roheisen (welches nach dem allgemeinen Sprachgebrauch unbezweifelt am mehrsten Phlogiston enthält) am wenigsten Hitze entwickelt, rührt entweder daher, daß es wirklich nicht mehr Hitze enthält, oder daß das feinere Brennbare dieses Eisens von dem gröberen so umgeben ist, daß die Salpetersäure nicht gehörig darauf wirken kann. Weiter unten (§. 228, 3.) werden wir sehen, daß das graue Roheisen weniger Salpetersäure zur Auflösung erfordert, als das kaltbrüchige Stabeisen; auch geht es mit dem Roheisen, wie mit dem Stahl; beide bedecken sich mit der reißbleiartigen Substanz, welche von der Salpetersäure nicht angegriffen wird, so daß die Säure unwirksam bleibt, wenn man ihr nicht durch Siedhitze zu Hülfe kommt.

B. Obgleich sich aus jenen Versuchen kein ganz zuverläßiges Resultat ziehen läßt, so geht daraus doch wenigstens hervor, daß das Roheisen die wenigste, Stahl etwas mehr und Stabeisen am mehrsten Hitze enthalten muß. Bergman giebt in seiner Analysis ferri die Gränzen für die Hitze im Roheisen zu 10 bis 26, im Stahl zu 37 bis 57 und im Stabeisen zu 61 bis 68 Graden an.

Die Mittelzahl von:

Versuchen

5)	mit guten Stabeisenarten war .	64,4	Grad
2)	" kaltbrüchigem Stabeisen .	64,5	"
1)	" kaltbrüchigem aber mit Kalk geschmolzenem Eisen . . .	73	"
1)	" kaltbrüchigem Roheisen . .	21	"
5)	" mehreren Stahlarten . .	49,4	"
8)	" " Roheisenarten . .	18	"

Das sibirische Eisen löste sich so langsam auf, daß es kaum eine bedeutende Wirkung auf das Thermometer äußerte.

Jeder dieser Versuche ward mit $\frac{1}{2}$ Ct. oder mit $34\frac{9}{10}$ Aß Eisenfeilspan, und mit so viel Scheidewasser, als zur Auflösung nöthig war, übrigens aber mit gleichen Quantitäten zu jedem Versuch angestellt, und die Thermometerkugel unmittelbar in die Auflösung gebracht. Eine zweimal größere oder zweimal kleinere Quantität Eisen zeigte auch eine zweimal größere oder kleinere Wirkung auf das Thermometer. — Diese Versuche bestätigen die vorhin über die Quantität der Hitze in den verschiedenen Eisenarten, und besonders im kaltbrüchigen Eisen gemachten Bemerkungen.

C. Auch die Quantität des Phlogiston in den verschiedenen Eisenarten hat Bergman durch Messung der phlogistisirten sauren Luftart, oder der nitrösen Luft, welche sich bei der Auflösung des Eisens in Salpetersäure entwickelt, zu bestimmen gesucht. Die Vorrichtung dazu ist schon oben (§. 220, 6.) beschrieben. Das Stabeisen gab 28 bis 30, das graue Eisen von Hällefors 33 und die grellen Roheisenarten gaben 26 bis 30 Kubikzoll nitröse Luft. Das Resultat war aber bei einer und derselben Eisenart abweichend, je nachdem das Auflösungsgefäß in siedendes, oder in warmes, oder in laues Wasser gestellt und dann bis zum Kochen erhitzt ward. Im ersten Fall entstand immer am mehrsten

und

und im letzten immer am wenigsten Luft. Das Eisen von Hällefors gab z. B. nach der Verschiedenheit jener Umstände 28, 30 bis 33 Kubikzoll Luft. Ein ganzes Stück Eisen entwickelte auch mehr Luft, als eben so viel Feilspäne von derselben Eisenart, so daß die Salpetersäure zu diesen Versuchen nicht ganz passend zu seyn scheint.

§. 228. Von der Auflösung verschiedener Eisenarten in der Salpetersäure.

Aus §. 226. geht hervor, daß die Quantität Eisen, welche sich in einer Säure auflösen läßt, vorzüglich von der Stärke und von der Güte der Säure abhängt. Um zu sehen, ob es sich von einer Eisensorte mehr als von einer andern in gleichen Säurequantitäten auflösen lasse, und ob man daraus auf den verschiedenen Gehalt an Phlogiston bei den verschiedenen Eisenarten schließen könne, wurden folgende Versuche angestellt.

1. Zu 45 Pfund Feilspänen von Brennstahl waren 500 Pf. oder 11 $\frac{1}{3}$mal so viel gewöhnliches Scheidewasser erforderlich, um alles ohne Beihülfe von Wärme vollkommen aufzulösen und ohne Eisenocker niederfallen zu lassen. Die Auflösung erfolgte mit Heftigkeit und unter Entwickelung von braunem Rauch; sie hatte eine röthlichbraune Farbe, und es war bloß ein kleiner schwarzer unauflöslicher Rückstand geblieben. Bei einem zweiten Versuch wurden 75 Pfund von demselben Feilspan ebenfalls mit 500 Pfund Säure in der Wärme übergossen, worauf die Auflösung mit einer ungemeinen Heftigkeit erfolgte; sie hatte eine dunkelbraune Farbe, ließ aber so viel Ocker fallen, daß sie eine breiartige Consistenz bekam. Zur Auflösung des Stahls in Salpetersäure sind also mit Beihülfe von Wärme nicht mehr als sechsmal so viel Säure nöthig.

2. In

2. In 200 Pfund von derselben Salpetersäure wurden 21 Pfund Feilspan von kaltbrüchigem Stabeisen in der Kälte ganz vollkommen aufgelöst. Die Auflösung war gelblichbraun und hatte einen kleinen schwarzen Bodensatz. Es sind also nur etwas über 9 Theile Scheidewasser zur Auflösung des kaltbrüchigen Eisens nöthig und in der Wärme waren schon 8 Theile hinreichend, obgleich die letzte Auflösung wieder einen Theil Eisen als Ocker fallen läßt.

3. 35 Pfund graues, gaares und weiches Roheisen in kleinen Stücken wurden mit 200 Pfund Säure übergossen, allein es wollte in der Kälte kein merklicher Angriff statt finden; durch Erwärmung entstand aber ein heftiges Aufschäumen mit Entwickelung von gelblichbraunem Dampf, und es erfolgte eine völlige Auflösung, welche ganz klar, gelblichbraun und etwas dick, von ölartiger Consistenz war und keinen bedeutenden Niederschlag machte. Als ich aber nur noch ein einziges Pfund Eisen zusetzte, schlug sich sogleich Eisenocker nieder. Das Roheisen erforderte also nur $5\frac{5}{7}$mal so viel Salpetersäure zur völligen Auflösung in der Wärme.

4. 24 Pfund weißes und sprödes Roheisen aus den besten Dannemorer Erzen in kleinen Stücken lösten sich in 200 Pfund Säure ganz klar auf, ohne Ocker abzusetzen. Die kleinen Stücken Eisen wurden beim jedesmaligen Eintragen mit großer Heftigkeit angegriffen, allein nicht vollkommen aufgelöst, sondern blieben auf dem Boden des Gefäßes liegen, und mußten einzeln wieder zurückgezogen werden, um die Quantität, welche sich wirklich aufgelöst hatte, auszumitteln. Dies Eisen erfordert also 8mal so viel, oder etwa eben so viel Säure als das kaltbrüchige Eisen zur völligen Auflösung.

5. 22 Pfund Feilspäne von weichem Stabeisen wurden nach und nach in 200 Pfund Salpetersäure gethan, worin

worin sie sich ohne Beihülfe von Wärme in ein Paar Tagen vollkommen und ohne Rückstand auflösten. Die Auflösung war dunkelbraun, von ölartiger Consistenz, aber ganz klar und ließ keinen Ocker fallen. Dies Eisen erforderte also etwas über 9mal so viel Säure, indeß wurde dieser Versuch nicht gleichzeitig mit den übrigen und auch mit anderer Säure angestellt.

6. Um das Verhalten mehrerer Eisenarten in ganzen Stücken bei einer gleichzeitigen Auflösung zu erfahren, wurden folgende Eisenarten, welche so viel als möglich einerlei äußere Gestalt hatten, nämlich:

a.	von weichem und zähem Stabeisen .	$28\frac{1}{4}$	Pfund.
b.	„ kaltbrüchigem Stabeisen . .	$28\frac{1}{2}$	„
c.	„ grauem feinkörnigen Roheisen .	44	„
d.	„ weißem Roheisen	$29\frac{1}{4}$	„
e.	„ ungehärtetem feinem Brennstahl	$21\frac{1}{4}$	„
f.	„ weichem Gerbestahl	$20\frac{3}{4}$	„

in einem großen Kolben zusammen mit einer hinreichenden Menge Salpetersäure übergossen und der Kolben in einem Sandbade erhitzt. Nach 2 Stunden war die Auflösung ganz braun und dick geworden und hatte viel Ocker fallen lassen.

Das Stabeisen a und b und der weiche Stahl f waren völlig aufgelöst, das graue Roheisen c hatte 27, das weiße Roheisen d $34\frac{1}{2}$ und der Brennstahl e 80 Procent am Gewicht verloren.

7. Um ferner das verschiedene Verhalten des weichen Stabeisens und des gehärteten Stahls beim Auflösen in ganzen Stücken und von der erfolgten völligen Auflösung zu erfahren, wurden zwei gleiche Stücken von weichem Osemundeisen und von gehärtetem ungegerbten Schmelzstahl abgewogen und mit gewöhnlichem Scheidewasser so lange in der Wärme gehalten, bis sich ein schwarzer und ein röthlichbrauner Niederschlag zeigte, worauf beide Stücken herausgenommen, abgewaschen

und

und getrocknet wurden. Das Stabeisen hatte 40 Procent verloren und zeigte viele Unebenheiten, tiefe Furchen und Erhöhungen und schwarze feine Ränder, zwischen welchen silberweiße Stellen zum Vorschein kamen. Der Stahl hatte 23 Procent verloren und war mit einer schwarzen Haut, die sich nicht abwaschen ließ, ganz gleichförmig überzogen. — Beide Stücken wurden dann von Neuem noch zweimal in frische, mit der Hälfte Wasser verdünnte Salpetersäure gethan, worauf sich das Eisen bis auf eine dünne, silberweiße, glänzende Schale, welche in der Mitte etwas dicker als an den Kanten geblieben war, völlig aufgelöst und 87 Procent verloren hatte; der Stahl hatte dagegen seine dunkelaschgraue Farbe behalten, war überall gleich dick geblieben und hatte überhaupt nur 32 Procent verloren.

Aus diesen Versuchen geht hervor:

a. Daß das weiche, sowohl geschmiedete als gegossene Eisen stärker von der Salpetersäure angegriffen und auch in größerer Menge aufgelöst wird, als Stahl und als weißes Roheisen, welches letztere der Einwirkung der Säure vorzüglich widersteht, wenn es beim Erstarren plötzlich abgekühlt oder gehärtet wird. Einen ähnlichen Erfolg haben wir beim Etzen mit Vitriolsäure (§. 219.) gesehen.

b. Weil die Salpetersäure das Phlogiston der Metalle so begierig anzieht, und weil es sich durch andere Versuche erweisen läßt, daß Stahl und vorzüglich graues Roheisen mehr Phlogiston als das weiche Stabeisen enthalten, so müßten sich Stahl und Roheisen schneller und heftiger als Stabeisen in Salpetersäure auflösen. Es erfolgt aber aus demselben Grunde das Gegentheil, weil sich die Salpetersäure mit dem überschüssigen Phlogiston jener Eisenarten schneller sättiget, und das gröbere in Verbindung mit etwas dephlogistisirter Eisenerde als eine schwarze Farbe auf der Oberfläche absetzt und die Wirkung der Säure schwächt, weshalb auch eine phlogisti-

gistische Säure zur Auflösung weniger geschickt ist. Der völlig dephlogistisirte gelbe Ocker, welcher sich bei der Auflösung des Stabeisens niederschlägt, hängt nicht fest an, sondern fällt bei der geringsten Bewegung ab, und läßt die darunter befindliche Eisenfläche frei, weshalb die Auflösung auch stärker und mit mehr Heftigkeit erfolgen muß.

c. Derselbe schwarze reißbleiartige Niederschlag, welcher die Wirkung der Säure verhindert, bewirkt auch, daß sich das Eisen schneller und in weniger Säure auflösen muß, wenn es in Gestalt von Feilspänen oder fein gepulvert in die Säure gebracht wird, als wenn man es in ganzen Stücken einträgt. Indeß kann auch die größere oder geringere Härte der Roheisenarten eine Verschiedenheit bewirken.

d. Die Menge des Brennbaren in den verschiedenen Eisenarten läßt sich durch diese Auflösungen zwar nicht bestimmen, allein von der mehr oder weniger dunklen Farbe läßt sich doch auf die größere oder geringere Härte des Stahls schließen. Der härteste Stahl wird nämlich am mehrsten schwarz gefärbt, und je weicher der Stahl ist, desto mehr fällt die Farbe ins Graue, oder desto heller wird sie, so daß die silberweiße Farbe das weichste Eisen anzeigt. Weil nun der schwarze Eisenkalk das mehrste Phlogiston enthält, so muß auch der Stahl, welcher beim Etzen mit Scheidewasser die dunkelsten Farben zeigt, am mehrsten Brennbares besitzen (§. 129.).

8. Eine dünne Schale von grauem Roheisen, die durch schnelles Erkalten hart geworden war und einen weißen Rand erhalten hatte, ward von schwacher Salpetersäure ziemlich stark angegriffen. Als sich nichts weiter auflösen wollte, zeigte sich der Rand als eine dünne Haut, welche ihre Eisenfarbe beibehalten hatte; der innere Theil der Schale war aber in ein schwarzes, abschmutzendes, reißbleiartiges Pulver verwandelt, welches

ches noch etwas unaufgelöstes Eisen enthielt. Im §. 217. haben wir gesehen, daß man diesen Rückstand auch durch Auflösung in Vitriolsäure erhält, und daß er sehr viel Aehnlichkeit mit Reißblei hat. Aus allem Roheisen erhält man ihn aber nicht, wovon ich mich bei der Untersuchung von 12 Roheisenarten aus eben so viel verschiedenen Erzen überzeugt habe. Ich will diese Versuche hier nicht anführen, bemerke aber im Allgemeinen, daß das Eisen aus Quicksteinerzen oder aus etwas rothbrüchigen Erzen, so wie aus den kaltbrüchigen Erzen von Grange keinen solchen Rückstand gaben, wogegen das Roheisen aus dürr- und blutsteinartigen Erzen, z. B. von Norberg, Gräsberg und Längbanshütte mehr oder weniger Reißblei bei der Auflösung zurückließ. Sehr grelles Roheisen aus Dannemorer Erzen hinterließ bloß etwas weißes Pulver, welches sich auch bei allen Versuchen als Quarzsand verhielt, und zufällig in den Poren des Eisens befindlich gewesen seyn konnte. Einiges graues Roheisen gab ebenfalls zuweilen einen solchen weißen, zuweilen auch grünlich gefärbten Rückstand, und anderes grelles, weißes, vorzüglich umgeschmolzenes Roheisen löste sich ohne allen Rückstand auf, wenn die Salpetersäure nur in hinlänglicher Menge vorhanden war, oder wenn die Säure oft abgegossen und durch neue ersetzt wird.

§. 229. Vom Beizen und Etzen des Eisens und Stahls.

Das Reinigen der ganzen Oberfläche des Eisens von dem darauf befindlichen Glühspan durch Säuren (§. 150.), oder die Wirkung, welche die Säuren auf die aus mehreren Sorten von Eisen und Stahl zusammengeschweißte oder damascirte Arbeit hervorbringen, indem sich die verschiedenen Eisenarten beim Angriff der Säure durch dunklere oder lichtere Farben zu erkennen geben, nennt man

man das **Beizen**. Sollen aber nur einzelne Figuren oder Zeichnungen durch irgend eine Säure, oder durch sogenanntes **Etzwasser** eingesenkt werden und der übrige Theil der Oberfläche erhaben und blank bleiben, so heißt diese Arbeit das **Etzen**. Eine besondere Art des Etzens, wobei die Zeichnungen auf dem polirten Eisen oder Stahl erhaben und blank, und der Grund vertieft und matt gehalten wird, nennt man eigentlich Damasciren.

1. Vom Beizen damascirter Arbeit.

Die ächte Damascirung, oder das Zusammenschweißen härterer und weicherer Eisen- und Stahlarten, ist bekanntlich nur bei Gewehrläufen und Klingen gebräuchlich, und ward vorzüglich von den Türken, wahrscheinlich zuerst in der Stadt Damascus, ausgeübt, wird aber jetzt überall gemacht. Wenn eine solche damascirte Arbeit geschliffen oder gefeilt und polirt ist, so zeigt sie überall eine ganz gleiche blanke Farbe. Daß sie wirklich aus verschiedenen Eisenarten zusammengesetzt ist, sieht man nicht eher, als bis die Oberfläche von irgend einem Etzwasser angegriffen wird, wozu die Salpetersäure, vorzüglich wenn sie mit der Hälfte oder mit noch mehr Wasser verdünnt ist, gute Dienste leistet. Ueber die Wirkung dieser Säure auf die verschiedenen Eisenarten dürfte ich freilich nur auf §. 228. verweisen, indeß gehören folgende Versuche ganz hierher.

1. Vier polirte, aus verschiedenen Eisenarten angefertigte Scheiben wurden mit so viel Salpetersäure (welche mit doppelt so viel Wasser verdünnt worden war) begossen, als auf der Oberfläche stehen wollte. Als sie eine Nacht in einem erwärmten Zimmer gestanden hatten, zeigten sie folgende Verschiedenheiten:

a. Die Scheibe aus Dannemorer Eisen hatte zwei lichtere und zwei dunklere Streifen. Die lichteren Streifen (welche, wie die weitere Untersuchung zeigte, aus

aus weicherem Eisen bestanden) erschienen nach dem Abspühlen mit Wasser mit einer grünlichen Farbe, die sich aber beim Trocknen schnell in hellbraun verwandelte, wogegen sich die Farbe der dunkleren Streifen mehr ins Schwarzbraune zog.

b. Die Oberfläche von gehärtetem Rohstahl war fast schwarz geworden und hatte Schattirungen mit helleren Streifen.

c. Auf dem kaltbrüchigen Eisen hatte sich ein hochgrün gefärbter Niederschlag abgesetzt, welcher in wenigen Stunden rostfarbig ward. Das Eisen selbst war weiß und blank geblieben, hatte aber ein mattes Ansehen und schwarze Streifen, die einige undichte Stellen verriethen.

d. Eine Art von Stahl, der durch Tempern des Roheisens mit Gallmey ohne Schmelzung bereitet war und eine sehr schöne Politur ohne die geringsten undichten Stellen angenommen hatte, ward durchs Beizen ebenfalls gleichförmig aschgrau gefärbt, und hatte nur in der Mitte einen breiten, dunklen, an den Kanten aber, wo er stärker getempert oder weniger hart war, einen hellen Strich. Englischer Gußstahl erhielt durch Beizen eine ganz gleichartige dunkelgraue Oberfläche.

2. Um das Verhalten einer aus mehreren Eisenarten zusammengeschweißten Eisenstange zu erfahren, wurde eine aus gewöhnlichem Stabeisen (aus Norberger Dürrsteinerzen), aus hartem Brennstahl (aus Dannemorer Erzen), aus dichtem und festem Stabeisen (ebenfalls aus Dannemorer Erzen), aus ungegerbtem etwas weichem Rohstahl und aus weichem und zähem Osemundeisen zusammengeschweißte Eisenstange eine Stunde lang in Salpetersäure gestellt, welche mit zwei Theilen Wasser verdünnt war. Das Norberger Stabeisen bildete einen matten, weißen und schmalen Rand mit schimmernden Flecken und mit einigen schwarzen, feinen, erhabenen

benen und scharfen Streifen. Der Rand des Brennstahls war etwas breiter, dunkelgrau, hie und da mit wellenförmigen schwärzeren Flecken, auch war er weniger von der Säure angegriffen, als das Eisen, war also mehr erhaben und hatte keine erhabenen Streifen. Das Dannemorer Eisen hatte einen etwas schmalern Rand als der Stahl, war lichtgrau, etwas dunkler als die Ränder des weichsten Eisens und ganz gleichartig gebeizt, ohne erhabene Streifen. Der Rand, welchen der Rohstahl bildete, war eben so breit als der des Brennstahls, aber mehr dunkelschwarzgrau, und hatte auch wellenartige schwarze Flecken, aber keine merkliche Erhabenheiten. Das Osemundeisen, als das weichste, bildete einen eben so schmalen Rand, als das Norberger Stabeisen; es war silberweiß, blank, glänzend, bedeutend tiefer als die übrigen Ränder eingefressen, und hatte viele ganz feine, theils erhabene, theils vertiefte Streifen, welche sich der Länge nach fortzogen.

Um die schlangenartigen Windungen der Ränder nach Art der Damascener Arbeit hervorzubringen, ward der weißglühend gemachte Stab mehrere male in einem Schraubstock umgedreht, dann wieder zu einer platten Eisenstange geschmiedet und in das verdünnte Scheidewasser gestellt, wobei die Ränder ganz mit den nämlichen Farbenschattirungen zum Vorschein kamen, nur daß sie Schneckenlinien wie gewöhnliche Damascirung bildeten, und dadurch noch mehr gegen einander abstachen, oder noch stärker hervortraten. Obgleich die zum Zusammenschweißen genommenen Stäbe vom weichen Eisen eben so dick gewesen waren, als die Stahlstäbe, so zeigte das erstere jetzt doch schmalere Ränder, welches wohl von der starken Zusammenpressung zwischen den härteren Stahlstäben herrührte. — Man darf die Eisenstäbe aber nicht erst in das Scheidewasser eintauchen, um die damascirte Arbeit hervortreten zu lassen, sondern es genügt schon, wenn man sie mit so viel Säure,

als ohne abzulaufen darauf stehen kann, bestreicht, sie einige Minuten lang stehen läßt, mit reinem Wasser abspühlt und dann sorgfältig abtrocknet. Obgleich die dunkleren und lichteren Schattirungen der Stahl- und Eisenadern sehr deutlich zum Vorschein kamen, so blieben die Ränder doch sehr scharf, ohne sich in einander zu verwaschen, welches eben nicht schön in die Augen fiel. Ich stellte daher mit mehreren Säuren und Etzwassern einige Versuche an, um vielleicht ein besseres Beizmittel auszumitteln und theile hier die Resultate mit:

a. Die Salzsäure hatte keine zweckmäßige Wirkung.

b. Vitriolspiritus war in der Wärme zwar sehr wirksam, allein die Farbenschattirungen traten nicht so stark hervor, wie beim Scheidewasser, weil der Stahl nicht so schwarz ward.

c. Pflanzensäuren, als Weinsteinsäure, Citronensäure, Weinessig u. dgl., benahmen der Oberfläche zwar den Glanz, allein die Damascirung trat nicht hervor. Destillirter Holzessig zeigte sich am wirksamsten.

d. Auch wenn in den Pflanzensäuren Neutral- und Mittelsalze (Alaun, Salmiak, Kochsalz) aufgelöst wurden, war die Wirkung nicht beträchtlicher. Die Säure verflüchtigte sich und das Eisen ward zum Rosten geneigt.

e. Eine Auflösung des Queckſilbersublimats in Essig mit einem Zusatz von Alaun entblößte zwar die Adern des Eisens und des Stahls sehr deutlich, allein es schlugen sich zugleich Queckſilber und Thonerde auf dem Eisen nieder.

f. Wenn man eine Silberauflösung in Scheidewasser mit 20mal so viel Wasser verdünnt und durch Kupfer, oder in einem kupfernen Fällkessel niederschlägt, so erhält man ein Fällwasser, welches sowohl zum Beizen

zen damascirter Arbeiten, als auch zum Etzen sehr anwendbar ist, vorzüglich wenn man etwas Kochsalz oder Salmiak zusetzt.

g. Auf den Grund dieser Erfahrung machte ich ein Etzwasser aus 1½ Pfund reinem Wasser, 2 Loth Scheidewasser, ½ Loth Kupfervitriol und 1 Loth Salmiak. Dies Wasser hob die Adern der Damascirung sehr hervor, gab eine sehr schöne Farbenschattirung, und schien unter allen Beizmitteln in dem Fall das beste zu seyn, wenn kein tiefes Einfressen nothwendig ist. Die zu beizende damascirte Arbeit muß aber in diesem Etzwasser bei mäßiger Stubenwärme einige Stunden lang, oder so lange, bis der Damast deutlich hervortritt, stehen bleiben. Das Beizgefäß muß eine der Arbeit angemeßne Form haben, und aus Holz oder aus glasirtem Thon, oder noch besser aus Kupfer angefertigt seyn, wodurch das Wasser am längsten wirksam bleibt, weil die überschüssige Säure immer etwas Kupfer auflöst und den Antheil, der sich beim Beizen auf dem Eisen absetzt, wieder ersetzt. Es ist merkwürdig, daß die reine Säure das Eisen nicht so stark angreift, als wenn sie vorher ein anderes Metall, vorzüglich Kupfer, aufgelöst hat. Der Zusatz von Salmiak verwandelt die Salpetersäure in Königswasser, welches das bis zu einem gewissen Grad verbrannte Eisen am stärksten auflöst, und weil sich die Ränder der verschiedenen Eisenarten beim Zusammenschweißen wirklich etwas verschlacken, so treten die schlangenartigen Windungen durch jenes Beizmittel viel deutlicher hervor, welches eigentlich der Zeck der Operation ist.

Wenn Flintenläufe gebeizt werden sollen, so versteht es sich von selbst, daß die Oeffnungen der Mündung, der Schwanzschraube und des Zündlochs sorgfältig verkorkt und mit Wachs verklebt seyn müssen, damit das Wasser nicht in die Seele dringen kann.

Stel-

Stellen, die nicht angegriffen werden sollen, müssen mit Wachs oder mit Firnissen bedeckt werden, wovon ich unten (II.) beim Etzen reden werde. — Ist das Etzwasser zu schwach, so muß man es durch einen Zusatz von etwas Scheidewasser verstärken; ist es zu stark, so muß es mit mehr Wasser verdünnt werden. Weil die Wirkung von mehreren Umständen, von dem größeren oder geringeren Wärmegrad, von der Stärke der Säure, von der Beschaffenheit des Eisens u. s. f. abhängt, so läßt sich das quantitative Verhältniß der Bestandtheile des Etzwassers nicht genau angeben, sondern man muß das beste Verhältniß durch vorhergehende Versuche mit kleinen Stücken auszumitteln suchen. — Zusätze von Essig, Citronensaft, Alaun, Kochsalz, Federalaun u. s. f., welche die Arbeiter oft sehr geheim halten, sind überflüssig und häufig ganz abgeschmackt, wozu auch der Zusatz von Federalaun gehört, welcher entweder unauflöslicher Amianth, oder eine Art von Selemit ist. Wenn die damascirte Arbeit aus der Beize genommen ist, muß sie augenblicklich mit kaltem reinem Wasser abgespühlt, in der Wärme getrocknet und mit einem zweckmäßigen Polirpulver, z. B. mit ganz feinem, durch Kammertuch gesiebten zerpulverten Krystallglas vermittelst eines reinen leinenen Lappens sorgfältig abgescheuert werden, um das auf dem Eisen niedergeschlagene Kupfer u. s. f. wegzubringen, und die blanken Mündungen oder die Ränder von dem weichsten Eisen mit einer möglichst weißen Farbe hervortreten zu lassen. Sollen die damascirten Klingen einen Moschusgeruch haben, den man bei alten Arbeiten häufig antrifft, so darf man nur etwas Moschus in einer gelinden Wärme mit Zuckerwasser abreiben, die Klinge mit dieser Auflösung bestreichen und einreiben, sie in der Wärme eintrocknen lassen, und die Klinge dann mit einer zerschnittenen Mandel abreiben und trocken abwischen. Die Moschusauflösung setzt sich dabei als ein fast unsichtbarer

Rost in die feinsten Ritzen der Damascirung fest, und verbreitet ihren Geruch augenblicklich, so wie die Klinge aus der Scheide gezogen wird.

Dies Beizen mit verdünntem Scheidewasser oder Königswasser trägt nicht allein zur größeren Vervollkommnung der damascirten Schmiedearbeiten bei, sondern gewährt auch noch den Nutzen, daß man dadurch die innere Beschaffenheit aller Eisen- und Stahlarten genauer kennen lernen kann, indem das weichste Eisen bekanntlich am stärksten angegriffen wird, und beim Etzen die weißeste silberblanke Farbe erhält. Mit dem zunehmenden Grad der Härte und Festigkeit wird die Farbe immer dunkler und geht von der weißesten blanken Farbe in ein mattes Silbergrau, Lichtgrau, Grau, Dunkelgrau und Schwarzgrau über, bis die Farbe beim härtesten Stahl endlich schwarz wird. Ganz gleichartiges Eisen oder Stahl haben eine völlig gleiche Farbe; ungleichartiges Eisen und Stahl geben hellere und dunklere und mehr oder weniger tief eingeetzte Ränder. Erhöhte Punkte lassen so genannte Kieselkörner befürchten, und eine sehr glänzende blanke Farbe deutet auf kalkbrüchiges oder auf rohes Eisen. Der Länge nach fortlaufende feine scharfe Streifen sind ein Beweis von zähem Eisen. Undichte Stellen geben sich durch schwarze Streifen zu erkennen u. s. f. Sorgfältige Eisen- und Stahlarbeiter sollten sich daher von allen Eisen- und Stahlarbeiten, welche sie zu verarbeiten haben, eine Sammlung von gebeizten Probescheiben anschaffen, um daraus die Beschaffenheit ihres Materials beurtheilen zu können; nur muß man die sehr bekannte Erfahrung, daß eine und dieselbe Stange Eisen an verschiedenen Stellen von ungleicher Beschaffenheit ist, nicht übersehen.

Noch muß ich bemerken, daß die härteren Ränder der damascirten Arbeiten in dem Augenblick, wenn sie aus der Hitze genommen, mit Wasser abgespühlt und

getrock-

getrocknet sind, zwar eine dunklere Farbe haben, als die weicheren Ränder, daß aber oft scheinbar das Gegentheil statt finden kann, wenn die Arbeiten nach dem Trocknen mit scharfem Polirpulver abgerieben, oder durch langen Gebrauch abgenutzt werden. Die härteren und zugleich etwas mehr erhabenen Ränder (obgleich diese Verschiedenheit der Höhe den bloßen Augen kaum sichtbar ist) können nämlich ihre dunkle Farbe durch das viele Reiben und Abnutzen sehr leicht verlieren, und ein blankeres Ansehen als das tiefer eingefressene weichere Eisen erhalten, welches weniger glatt ist, und deshalb auch allen Schmutz und Rost leichter annimmt, so daß man die blankeren Stellen, Ränder und Flecken mit Unrecht für das weichere Eisen halten würde.

II. Vom Etzen.

Das Etzen oder Einsenken der Figuren in Eisen und Stahl ist eine so bekannte Sache, daß ich mich der näheren Beschreibung füglich überheben kann. Die Oberfläche wird nämlich mit einer dünnen Wachshaut, oder mit einem beim Kupfer gebräuchlichen Etzgrund, worin die verlangten Figuren und Buchstaben mit einem Grabstichel so gezeichnet werden, daß das Eisen mit seiner bloßen Oberfläche zum Vorschein kommt, überzogen und in die Zeichnungen Salpetersäure gegossen, welche einige Stunden lang darin stehen bleiben und etzen muß. Statt des Wachses thut man aber besser, einen etwas stärkeren Etzgrund aus 1 Theil weißem Wachs, 1 Asphalt, ½ Mastix und ½ Kolophonium zu nehmen. Beim Zusammenschmelzen muß man aber sehr sorgfältig verfahren, das Wachs zuerst schmelzen lassen, dann die anderen feingestoßenen Ingredienzien nach und nach bei einer mäßigen Wärme hineinrühren, und wenn alles gut zusammengeschmolzen ist, in warmes Wasser gießen und kleine Rollen daraus bilden, welche auf dem erwärmten Eisen langsam abgerieben werden, und dann den

dünnen, zu Zeichnungen sehr zweckmäßigen Etzgrund abgeben. Sollen die Zeichnungen aber vergoldet werden, oder eine gewisse Tiefe haben (wobei man immer Wärme anwenden muß), so muß man einen stärkeren Etzgrund nehmen, weil das Wachs in der Wärme, welche zum Verdampfen des Queckſilbers vom Goldamalgama erforderlich ist, nicht aushalten würde. Der beste und einfachste Grund ist gut gekochter brauner Leinölfirniß, oder auch altes etwas eingetrocknetes reines Leinöl. Eisen oder Stahl, welches mit diesem Etzgrund überzogen werden soll, wird über reinem Kohlenfeuer ganz gleichmäßig erhitzt, bis es mit gelber oder mit violetter Farbe anläuft, und dann, so lange es noch warm ist, vermittelst eines weichen Schwammes, oder mit einem baumwollenen Lappen, den man in den Firniß oder in das Oel taucht, ganz dünne und gleichförmig überstrichen, wobei man sich sehr in Acht nehmen muß, irgend eine Stelle unbedeckt zu lassen. So wie der Firniß auf das erwärmte Eisen kommt, fängt er an zu rauchen, und muß dann so lange in einer gleichmäßigen Hitze über reinem Kohlenfeuer erhalten werden, bis das Rauchen aufhört und der Firniß eine schwarzbraune Farbe angenommen hat, nicht mehr an den Fingern klebt, sondern die Oberfläche überall als ein glänzender harter Lackfirniß bedeckt, worin man mit dem Grabstichel zeichnen kann, ohne daß der Firniß abspringt, oder sich als eine zähe Masse zieht. Im ersten Fall würde er zu hart und im letzten zu schwach eingebrannt oder zu dick angestrichen seyn. Es versteht sich von selbst, daß die zu etzende Arbeit ganz rein geschliffen und von allem Fett und Schmutz frei seyn muß. Sollte eine Stelle nicht mit Firniß bedeckt worden seyn, so kann man durch einen neuen Anstrich nicht eher nachhelfen, als bis der erste eingetrocknet ist.

Auf diesen fertigen Etzgrund werden die Zeichnungen zuerst mit Bleistift aufgetragen, und dann mit einer soge-

sogenannten Radirnadel oder mit einem feinen Stahlgriffel so stark eingegraben, daß die Oberfläche des Stahls völlig entblößt wird. Die Radirnadeln sind von denen, welche man zum Etzen des Kupfers anwendet, nicht verschieden. Eingesenkte Zeichnungen, welche vergoldet werden sollen, erfordern tiefere und stärkere Striche.

Wenn die fertige Zeichnung mit einer weichen Bürste gereinigt ist, so legt oder stellt man die Arbeit in ein derselben angemessenes glasirtes irdenes, oder in ein kupfernes Gefäß, übergießt sie mit Etzwasser und läßt das Gefäß so lange in einer gelinden Digestionswärme stehen, bis das Etzwasser die verlangte Wirkung gethan hat. Die Zeit richtet sich nach der größeren oder geringeren Stärke des Etzwassers, und muß durch Erfahrung ausgemittelt werden. Alsdann wird die Stahlarbeit in kaltem Wasser sorgfältig, ohne den Etzgrund zu verletzen, mit einer Bürste gereinigt, um das niedergeschlagene Kupfer und den Ocker aus den Zeichnungen wegzubringen, dann abgetrocknet und in die Wärme gebracht, um das Ansetzen des Rostes zu verhüten, welches besonders vermieden werden muß, wenn die Zeichnungen vergoldet werden sollen (§§. 130-133.). Zur Bereitung eines zum Etzen brauchbaren **Etzwassers** findet man in den Kunstbüchern mehrere zum Theil schlechte Vorschriften. Bloßes oder verdünntes Scheidewasser wirkt zwar sehr schnell, allein es besitzt die beiden Fehler, daß es immer Rost oder Ocker zurückläßt, der sich gern einfrißt und die Vergoldung verhindert, und daß die Etzung nicht gleichförmig ausfällt, indem die Kanten der Zeichnungen weit stärker angegriffen werden und in der Mitte ein erhöhter Rücken stehen bleibt, so daß die Zeichnungen immer Doppellinien bilden. Zum Etzen kann diese Säure also nicht gebraucht werden, obgleich sie zum Beizen damascirter Arbeit recht anwendbar ist. — Man kann jenen Fehlern indeß sehr

abhel-

abhelfen, wenn man vorher etwas Kupfer in der Säure auflöst, indem sich das Kupfer dann auf dem Eisen niederschlägt, ein gleichmäßigeres Etzen der Säure veranlaßt und die Zeichnungen mehr vom Rost frei hält. Das vorhin empfohlene Fällwasser von einer durch Kupfer niedergeschlagenen Silberauflösung (f), und die unter g mitgetheilte Composition sind vorzüglich anwendbar, obgleich sie nur langsam wirken. Weil mit der Anwendung der Salpetersäure aber immer die Unannehmlichkeit verbunden ist, daß sich in den Zeichnungen etwas Ocker absetzt, so versuchte ich eine Auflösung des Kupfers in Vitriolsäure, welche mir sehr gute Dienste leistete. Dies Etzwasser besteht aus 20 Loth reinem Wasser, $1\frac{1}{2}$ Loth Alaun, $\frac{3}{4}$ Loth Kupfervitriol und 4 Loth Vitriolspiritus; es macht in wenigen Stunden eine ziemlich tiefe Gravirung, wobei sich das Kupfer mit einer blanken Haut niederschlägt, die sich ohne Mühe vom Eisen trennt, welches darunter weit blanker bleibt, als wenn man Salpetersäure anwendet. Wenn die Kupferhaut nicht abfallen will, so muß man die Arbeit noch etwas länger im Etzwasser stehen lassen. Durch die Anwendung kupferner Gefäße beim Etzen behält das Wasser länger seine Wirksamkeit, und darf dann nach Umständen nur durch Zusatz von Vitriolspiritus verstärkt, oder durch Zusatz von Wasser geschwächt, muß aber nach dem jedesmaligen Gebrauch in gläsernen Gefäßen aufbewahrt werden. — Wenn der Etzgrund zu stark eingebrannt und sogar schon schwarz geworden seyn sollte, so muß man ihn entweder abschleifen, oder mit feinem Glaspulver abreiben; in einem minder starken Grade des Einbrennens kann man ihn durch eine starke warme Lauge von ungelöschtem kaustischen Kalk wegbeizen und dann mit warmem Wasser vermittelst einer scharfen Kratzbürste abreiben.

III. Vom

III. Von den Damaſtzeichnungen.

Wenn man mit einer Oelfarbe, die den Wirkungen der Säuren widerſteht, auf blankem polirten Eiſen oder auf Stahl Zeichnungen macht und die ganze Arbeit dann in Etzwaſſer taucht, oder ſie mit demſelben übergießt, ſo werden die nicht bezeichneten Stellen (oder der Grund) von dem Etzwaſſer angegriffen, und erhalten ein mattes etwas vertieftes Anſehen, wogegen die Zeichnungen nach dem Abreiben der Oelfarbe glänzend und erhaben mit ihrem urſprünglichen Anſehen zum Vorſchein kommen. Dies ſind die ſogenannten **Damaſtzeichnungen**, welche ſich ſehr ſchön ausnehmen und auch der Abnutzung widerſtehen, wenn ſie von Meiſterhänden angefertiget ſind. Beſtehen die Zeichnungen aus Laubwerk und Schlangenzügen, nach Art der ächten Damascirung, ſo nennt man ſie falſche **Damascirung**, welche zuweilen bei Klingen angewendet wird.

Als Etzgrund zu den Zeichnungen gebraucht man Bleiweiß, welches mit Nuß- oder Terpentinöl zu einer Malerfarbe angerieben, und mit dem Pinſel auf allen Stellen, die nicht geetzt werden ſollen, aufgetragen wird. Die Malerei wird in der Wärme getrocknet, bis ſie nicht mehr anklebt. Das unter II. angegebene Etzwaſſer kann bei dieſer Art der Etzung zwar ebenfalls gebraucht werden; weil es aber ſehr ſtark wirkt und den feinen lockeren Etzgrund leicht zerſtören könnte, ſo bedient man ſich gern eines ſchwächeren **Etzwaſſers** aus 10 Unzen Weineſſig, $1\frac{1}{2}$ Loth Salmiak und $\frac{3}{4}$ Loth Kupfervitriol, welches man in der Wärme eine Stunde, oder in der Kälte zwei Stunden lang wirken läßt, wodurch man einen ſehr gleichartigen, reinen, matten und etwas vertieften Grund erhält. Ein noch ſchwächeres Etzwaſſer kann man aus 1 Pfund Eſſig, 1 Loth Grünſpan, 3 Loth Salmiak und $\frac{3}{4}$ Loth Vitriolgeiſt durch Aufkochen in einem irdenen oder gläſernen Gefäß bereiten, wel-

welches sich in gläsernen Faschen aufbewahren läßt. Citronensaft statt des Essigs ist noch besser, weil die Citronensäure dem Eisen eine hellere silberblanke Farbe mittheilt. In diesem Etzwasser läßt man die bezeichnete Arbeit einige Stunden lang in der Wärme stehen, bis die Oberfläche ziemlich angegriffen und ganz matt geworden ist, worauf man sie heraus nimmt und mit warmem Wasser abspühlt. Die Farbe zu den Zeichnungen wird mit Pottaschenlauge weggenommen, mit Seifenlauge ganz rein gewaschen und dann mit etwas Zinnasche abgerieben, um den matten Grund ganz gleichartig grau, und die erhöhten Zeichnungen ganz rein und blank zu erhalten. — Sollten einige Zeichnungen matt und vertieft erscheinen, so darf man den Etzgrund von jenen Stellen nur wegnehmen und die Arbeit noch einmal ins Etzwasser stellen.

Auch bei dieser Etzung erscheint das weichste Eisen immer am mehrsten weiß, und das härtere Eisen oder der Stahl mehr dunkelgrau, und wenn er sehr hart war, beinahe schwarz, welches bei ungleichartigem Eisen, oder bei Eisen von ungleichartiger Härte, zu Farbenschattirungen Anlaß giebt, die der Arbeit ein sehr häßliches Ansehen geben, welche sich aber kaum vermeiden lassen. Zwar giebt die mit etwas Salpetersäure versetzte Citronensäure (§. 241.) eine sehr helle und gleichartige Farbe beim Beizen, man muß indeß zu solchen Arbeiten so viel als möglich Eisen von gleicher Härte nehmen, und sich von der Beschaffenheit desselben vorher durch Etzversuche überzeugen. Verlangt man ein sehr schönes Ansehen und eine gute Politur, so muß der Stahl vorher gehärtet seyn, und das Eisen muß eine Oberflächenhärtung erhalten haben. — Durch langes Stehen und durch häufigen Gebrauch verliert das Etzwasser an seiner Wirkung, weshalb man wieder etwas von den Ingredienzien zusetzen muß, vorzüglich Grünspan und Vitriol-

triolspiritus, welche durch das Auflösen des Eisens und durch Kupferniederschlag am mehrsten angegriffen werden.

§. 230. Vom Niederschlagen des Eisens aus der Salpetersäure.

Im Allgemeinen wird das Eisen aus dieser Säure eben so als aus der Vitriolsäure (§. 223.) niedergeschlagen, nämlich:

1. **Durch alkalische Salze**, welche keinen fremden oder phlogistisirten Bestandtheil enthalten, mit einer gelben, röthlichgelben oder gelblichbraunen Rostfarbe, zum Beweise, daß das Eisen hier mehr Phlogiston verloren haben muß, als bei der Auflösung in Vitriolsäure, weil es aus der letzten Säure einen grünen Niederschlag giebt. Ueber die Unterschiede der Farben bei verschiedenen Eisenarten habe ich §§. 190-193. geredet, und bemerke hier nur noch Folgendes:

a. Reines Pflanzenalkali, welches entweder durch starkes Brennen oder durch Kalk kaustisch gemacht und von aller Luftsäure befreit, auch in Wasser, welches zuvor durch Kochen von aller Luftsäure befreit ward, aufgelöst ist, schlägt das Eisen aus der verdünnten Auflösung ohne Aufbrausen nieder.

b. Alkali, welches Luftsäure enthält, bewirkt den Niederschlag mit einem mehr oder weniger starken Aufbrausen. Das Fällwasser giebt in beiden Fällen durch Abdampfen und Krystallisiren reinen Salpeter. War die Auflösung nicht mit Eisen gesättigt, oder enthielt sie viel überschüssige Säure, so ist das Aufbrausen desto stärker, und es wird desto mehr Alkali zum Niederschlagen erfordert.

c. Reines Mineralalkali schlägt das Eisen aus der verdünnten Auflösung mit einigem Aufbrausen als einen gelben Kalk nieder, und das Fällwasser enthält kubischen

Sal-

Salpeter. Je nachdem die Alkalien mehr oder weniger Luftsäure enthielten, fällt auch das Gewicht des Eisenkalkes verschieden aus.

d. Tröpfelt man eine sehr koncentrirte Auflösung von nicht ätzendem Mineral- oder Pflanzenalkali in eine nicht verdünnte bräunlichgelbe klare Eisenauflösung, bei welcher die Säure etwas vorwaltet, so entsteht zuerst zwar ein leichtes Aufbrausen und ein Niederschlag; wenn man die Flüssigkeit aber schnell umschüttelt und noch mehr Alkali zusetzt, so löst sich der Niederschlag durch die im Alkali befindliche Luftsäure wieder auf, und giebt eine röthlichbraune klare Auflösung, welche nach dem ersten Entdecker Stahls Eisentinktur genannt wird. Gießt man diese vierfache Verbindung in ein Spitzglas und stellt sie in einen warmen Raum, so setzen sich an den Seiten des Gefäßes kleine rothbraune Zweige und Vegetationen, welche man einen Eisenbaum (Arborescentia martis) nennt, und welche theils aus Salpeter, theils aus reinem Alkali, theils aus luftsaurem Alkali und theils aus Alkali mit Eisen bestehen. Verdünnt man diese Eisentinktur mit vielem Wasser *), so schlägt sich das Eisen als Ocker nieder, mit der Zeit geschieht dies auch ohne Verdünnung, besonders in der Wärme und durch einen Zusatz von Kalkwasser, weil die Luftsäure im ersten Fall entweicht und sich im zweiten Fall mit dem Kalk verbindet.

e. Reines flüchtiges Alkali schlägt das Eisen rostfarbig und mit Aufbrausen nieder. Das Fällungswasser enthält sogenannten flammenden Salpeter. Zerfloßnes flüchtiges Alkali giebt mit der nicht verdünnten Eisen-

*) Daß die Auflösung des kohlensauren Eisenoxyds bei starker Verdünnung der Eisenauflösung oder des Niederschlagungsmittels gar nicht erfolgt, sondern daß sogleich ein vollständiger Niederschlag entsteht, hat Hr. Döbereiner (Anm. zum §. 216.) sehr gut auseinander gesetzt. Das Oxydul bleibt dagegen auch bei der stärksten Verdünnung zum Theil aufgelöst, und scheidet sich erst nach sehr langem Stehen ab, wobei es in basisches kohlensaures Oxyd verwandelt zu werden scheint.

Eisenauflösung zwar zuerst einen kleinen Niederschlag, der sich aber, eben so wie bei den fixen Alkalien, sogleich wieder auflöst.

2. **Durch alkalische Salze, die mit anderen Körpern verbunden sind.**

a. Blutlauge schlägt das Eisen aus der Salpetersäure eben so, wie aus allen anderen Säuren als Berlinerblau nieder (§. 223, 6.). Mineralalkali mit Ruß geschmolzen, thut dies zwar ebenfalls, allein die blaue Farbe ist nicht beständig.

b. Das durch Destillation des Alaunschiefers erhaltene, mit etwas Bituminösem verbundene flüchtige Alkali schlug das Eisen als ein schwarzes Pulver nieder, welches im Feuer grau ward.

c. Seifenwasser schlug das Eisen mit einer lichten braungelben Farbe, und unter denselben Erscheinungen wie aus der Vitriolsäure nieder (§. 223, 6, c.).

d. Durch Ochsengalle ward das Eisen als eine weiße lockere Masse niedergeschlagen, welche in gelinder Hitze zähe und kleistrig ward, sich schwarz färbte und aufschäumte, einen vorübergehenden Moschusgeruch hatte, und nach dem Glühen einen rothen Okker gab.

e. Ein Paar Tropfen Schwefelleberauflösung in Wasser schlugen das Eisen aus der Salpetersäure zuerst mit einer schönen mineralgrünen Farbe nieder; bei einem stärkeren Zusatz ward der aus Schwefel und Eisen bestehende Niederschlag schwarz, färbte sich aber mit der Zeit weiß, welches durch einen Zusatz von Salz- oder Salpetersäure sogleich geschah. Dieser weiße oder graue Niederschlag war weich, wachsartig, brannte wie Schwefel, und ließ das Eisen beim Kalciniren als ein schwarzbraunes Pulver zurück, welches vom Magnet gezogen ward.

f. Der

f. Der liquor vini probatorius aus kaustischem Alkali, Schwefel und Arsenik oder Operment, giebt ohne Aufbrausen einen etwas gelblich gefärbten weißen Niederschlag, welcher aber größtentheils aus den Bestandtheilen des Liquor zusammengesetzt ist, weil fast alles Eisen in der Salpetersäure mit gelber Farbe zurück bleibt.

g. Wenn Kieselfeuchtigkeit in die salpetersaure Eisenauflösung getröpfelt wird, so schlägt sich das Eisen sogleich nieder und zwar auf die ganz eigene Art, daß jeder Tropfen erstarrt und einen blasigen rostfarbenen Quarz bildet, so daß man eine künstliche Steinerzeugung daran wahrnehmen kann.

h. Gießt man Baumöl in eine gesättigte Eisenauflösung, so wird es sogleich dick, nimmt den Eisenocker in sich auf und giebt eine gute Brandsalbe, wenn man die Säure nur durch Aussüßen mit kaltem Wasser sorgfältig wegbringt. Destillirte Oele geben keinen solchen Niederschlag.

Alle Niederschläge durch alkalische Salze nehmen im Verhältniß ihrer größeren oder geringeren Kausticität am Gewicht zu. Nach Bergman geben 100 Theile Eisen mit kaustischen Alkalien 198 Theile trocknen Niederschlag; ward das Eisen aber durch völlig mit Luftsäure gesättigtes Alkali gefällt, so wog der Niederschlag 260, also ist der Unterschied sehr bedeutend *). Wie sich

*) Der Niederschlag durch kaustisches Alkali sollte nur 144,25 wiegen, weil 100 Eisen im Zustand des Oxyds 44,25 Sauerstoff aufnehmen. Die mehr erhaltenen 53,75 sind also Wasser (welche 47,25 Sauerstoff enthalten) gewesen, oder der Niederschlag war Eisenoxydhydrat mit so viel Wasser verbunden, daß der Sauerstoffgehalt desselben dem des Oxyd gleich kommt. — Der luftsaure Niederschlag stimmt fast mit der Berechnung überein, wornach 144,25 Oxyd 123,75 Kohlensäure aufnehmen sollen, welches 268 geben würde. Da Bergman den Niederschlag aber nicht genauer untersucht hat, so bleibt es ungewiß, ob er wirklich kohlensaures Eisenoxyd, oder basisches kohlensaures Eisenoxydhydrat gewesen ist.

sich die Niederschläge verschiedener Eisensorten aus der Auflösung in Vitriolsäure durch verschiedene alkalische Salze verhalten, ist oben (§. 218.) gezeigt. Die Niederschläge durch Mineralalkali und Blutlauge bleiben sich am mehrsten gleich, weshalb man sich auch vorzüglich der letzteren am häufigsten zu den Eisenproben auf nassem Wege bedient.

3. Unter den Säuren wird das Eisen aus der Auflösung in Salpetersäure vermittelst einfacher Wahlverwandtschaft nur durch Zucker-, Weinstein-, Vitriol- und Salzsäure *) (§. 233, f.) abgeschieden.

4. Die reinen Erdarten schlagen das Eisen aus der Salpetersäure in derselben Ordnung wie aus der Vitriolsäure (§. 223, 3.) nieder.

5. Galläpfeldekokt und andere Adstringentien schwärzen diese, so wie alle andere Auflösungen des Eisens in Säuren.

6. Zink und Mangan scheiden das Eisen eben so wie aus der Vitriolsäure ab (§. 223, 4), es schlägt sich aber in Ockergestalt nieder, weil es nicht Phlogiston genug aufnehmen kann, um sich metallisch zu zeigen, welches sonst geschehen müßte.

7. Die Zersetzung vermittelst doppelter Wahlverwandtschaft, wenn das salpetersaure Eisen nämlich mit Neutral- oder Mittelsalzen vermischt wird, erfolgt unter denselben Umständen, wie beim schwefelsaurem Eisen. Zur Erläuterung des §. 223, 7, A. führe ich indeß Folgendes an:

a. Als vitriolisirter Weinstein (der etwas überschüssige Säure hatte, um das kalcinirte Eisen besser aufgelöst halten zu können) mit einer salpetersauren Eisenauflösung zusammengegossen ward, schoß zwar nach dem Abdampfen wirklich Salpeter in feinen Nadeln an, welcher

*) Vergl. die erste Anmerk. zum §. 224.

cher auf Kohlen verpuffte, allein er enthielt viel weißgefärbten, oder aus sehr dephlogistisirtem Eisen zusammengesetzten Eisenvitriol, weshalb das Fällwasser auch gelblichbraun gefärbt war. Die Zersetzung erfolgte also wirklich durch doppelte Wahlverwandtschaft, indem sich durch den Umtausch der Bestandtheile Eisenvitriol und Salpeter bildeten, wodurch auch die oben angeführte Behauptung bestätiget wird, daß durch die Vermischung des Eisenvitriols mit Salpeter keine Zersetzung möglich ist, sondern daß diese Salze beim Krystallisiren unverändert anschießen, obgleich sie sich einander durchdringen und verunreinigen.

b. Mikrokosmisches Salz oder Urinsalz, aus Phosphorsäure, Mineralalkali und flüchtigem Alkali zusammengesetzt, schlägt das Eisen aus der Salpetersäure und aus vielen anderen Säuren mit einer weißen Farbe nieder, obgleich ein starker Zusatz erfordert wird. Perlsalz oder fatescirendes Urinsalz thut dasselbe, indem das Eisen ohne Aufbrausen als ein weißes Magma zu Boden fällt. Beide Niederschläge entstehen ohne Zweifel durch doppelte Verwandtschaft; vielleicht bilden sich auch dreifache Salze. Jener weiße mit warmem Wasser ausgesüßte Niederschlag bleibt beim Trocknen ganz weiß, und schmelzt vor dem Löthrohr auf Kohlen sehr leicht zu einer völlig schwarzen Glasperle, die sich zu langen Fäden ziehen ließ und durch Borax bräunlich gefärbt ward. Auf blankem Eisen erfolgte die Schmelzung zu einem schwarzen Glase vor dem Löthrohr eben so leicht, als auf Kohlen. Der Magnet wirkte weder vor noch nach dem Rosten auf den Kalk, der sich in Scheidewasser bei einer gelinden Wärme leicht auflöste und dabei einen unangenehm riechenden Dampf verbreitete. Durch schwaches Kalciniren ward er gelb mit schwarzen Flecken, welche in Schmelzung übergegangen waren. Mit gleichen Theilen Glasfluß und Bleiglas gab er eine rothe Emaille, welche man auch

durch

durch Beimischung von ein wenig Braunstein erhalten konnte. Bei genauerer Untersuchung zeigte sich der weiße Niederschlag auch in heißem Wasser auflöslich, und war also kein bloßer metallischer Kalk, sondern ein schwerauflösliches, aus Phosphorsäure und Eisen bestehendes Salz, welches wahrscheinlich noch etwas Alkali enthielt, weil das reine phosphorsaure Eisen nicht so leichtflüssig ist. — Wenn die Auflösung des mikrokosmischen Salzes sehr koncentrirt war, so ward der Niederschlag an der Luft gelb.

c. Frischer Urin schlug das Eisen ebenfalls als einen weißen Kalk nieder, indeß war der Niederschlag nicht so stark als der vorige, und färbte sich nach dem Aussüßen auch röthlichbraun an der Luft. Vor dem Löthrohr schmelz er mit einer schwarzen Farbe und ward vom Magnet gezogen.

§. 231. Von der Auflösung des Eisens in der Salzsäure.

Die Salzsäure oder der Salzgeist löst Eisen und Stahl mit einiger Hitzentwickelung und mit Entstehung von weißen Blasen, aber weder mit Brausen, noch mit Aufschäumung auf, wie es bei der Salpetersäure der Fall ist. Die Auflösung (vorzüglich des Stahls und des Roheisens) hat zuerst eine grüne Farbe, sie wird aber in der Siedhitze gelb und trübe, und verbreitet einen unangenehmen Knoblauch- oder Arsenikgeruch. Die Luft, welche sich entwickelt, ist brennbare Luft, wie man sie aus der Auflösung des Eisens in Vitriolsäure erhält, nur daß sie bei der Anwendung der Salzsäure in weit größerer Menge entsteht, welches auch mit den Begriffen über die Entstehung der brennbaren Luft und über den Gehalt der Salzsäure an Phlogiston übereinstimmt *).

*) Die Salzsäure löst nicht allein das reguliniſche Eisen mit einiger

1. 25 Aß grauer Roheisenbohrspan lösten sich in der Wärme in 150 Aß mit etwas Wasser verdünnter Salzsäure auf.

a. Die übergehende Luft ward auf dieselbe Art wie oben (§. 224, 4.) gesammelt, und betrug 9 geometrische Kubikzoll; sie brannte mit Flamme und verpuffte beim Hinzutritt der gemeinen Luft. Ohne Beihülfe von Wärme wollte sich selbst durch Zugießen von frischer Säure nicht mehr Luft entwickeln, obgleich die Auflösung selbst noch fortzugehen schien.

b. Feilspäne von geschmeidigem Eisen verhielten sich eben so, allein die Quantität der brennbaren Luft ward

ger Heftigkeit und unter Entwickelung von Wasserstoffgas auf, sondern sie verbindet sich auch leicht mit dem Oxydul, und in gehöriger Menge und in starker Hitze auch mit dem Oxyd, und macht mit Beiden neutrale Salze. Die gewöhnliche Auflösung des Eisens in Salzsäure ist eine dreifache, aus Salzsäure, Eisenoxydul und Oxyd bestehende Verbindung. Das salzsaure Oxydul wird durch Auflösen des Eisens in gewöhnlicher Temperatur ohne Luftzutritt erhalten. Die Auflösung ist hellgrün, und giebt beim Verdunsten und Abkühlen schöne smaragdgrüne Tafeln, die im Wasser und Weingeist auflöslich sind. Sie verschluckt das Salpetergas, bekommt dadurch eine dunkelbraune Farbe und einen zusammenziehenderen Geschmack; beim Erhitzen geht der größte Theil des Gas fort, wobei sich rothes basisches salzsaures Eisenoxyd niederschlägt und etwas Ammoniak entwickelt. Von salzsaurem Oxyd völlig rein erhält man dies Salz, wenn man nach Davy Schwefeleisen in Salzsäure auflöst (indem das sich entwickelnde hepatische Gas die Absorbtion des Sauerstoffs aus der Luft verhindert) Nicht allein durch Kochen mit Salpetersäure, sondern auch durch langes Stehen an der Luft geht die Auflösung in einen oxydirteren Zustand über und wird zu salzsaurem Eisenoxyd, wobei ein brauner Niederschlag (basisches salzsaures Eisenoxyd) entsteht. Das salzsaure Oxyd ist dunkelbraun, unkrystallisirbar, und liefert, bis zur Trockniß abgedampft, eine zerfließliche, im Alkohol auflösliche braunrothe Masse (Oleum martis), welche das Salpetergas nicht absorbirt und auf thierische und vegetabilische Substanzen als oxydirte Salzsäure wirkt, und durch hepatisches Gas wieder zu salzsaurem Oxydul umgeändert wird. Das Salz ist äußerst auflöslich im Wasser, bei stärkerer Verdünnung wird es aber zersetzt und es scheidet sich basisches Salz aus. In gelinder Hitze entwickelt sich oxydirte Salzsäure und es bleibt Oxydul zurück; wird das eingetrocknete Salz aber einer starken Hitze ausgesetzt, so verflüchtigt sich ein Theil als salzsaures Oxydul, und es bleibt basisches salzsaures Oxyd zurück.

ward nicht gemessen, weil die Verhältnisse im §. 220, 6, B. genau angegeben worden sind. Bei beiden Auflösungen zeigte das Wasser, durch welches die brennbare Luft gegangen war, einen Gehalt von Salzsäure.

c. Die Roheisenauflösung setzte ein schwarzes reißbleiartiges Pulver ab (§. 228, 8.). Meyer in Stettin erhielt bei seinen Versuchen (§. 77, 12.), vorzüglich bei der Auflösung des Eisens in Vitriolsäure, ebenfalls einen reißbleiartigen Rückstand, der mit Salpeter verpuffte. Die Reduktion des Eisens aus diesem Pulver wollte ihm nicht gelingen, weil die Quantität zu geringe war. Diese Erfahrungen stimmen mit meinen eigenen Versuchen und mit denen von Hjelm und Bergman überein. — Mit der Zeit schlägt sich aus allen Auflösungen des Eisens in Salzsäure, besonders beim Zutritt der Luft, ein hellgelber Ocker nieder. Das geschmeidige Eisen giebt bei der Auflösung in Salzsäure nur einen sehr geringen Rückstand.

d. Ein Theil englischer Stahl löste sich in 15 Theilen Salzsäure, die davon vollkommen gesättiget ward, mit gelblichbrauner Farbe auf.

e. Vom Schmalkaldner Stahl wollte sich nur wenig auflösen. Die Auflösung war zuerst milchweiß, ward aber durch Kochen grün, und ließ einen grünlichen Niederschlag fallen, der an der Luft rostfarbig ward.

f. Salzgeist machte auf polirtem kaltbrüchigem Eisen einen grünen und auf weichem Eisen einen schwarzen Fleck, welches von der größeren oder geringeren Phlogistisirung des Ockers herrührt.

Wenn man Lionische Ziehscheiben in Scheidewasser auflöst und einen Tropfen von dieser Auflösung auf blankem Eisen oder Stahl eintrocknen läßt, so erhält man ein gleichartiges grünes Pulver, welches aber schwarz wird, wenn man es auf Papier streicht, und ohne Zweifel mit der Zeit eine Rostfarbe annimmt. Wird weißes vorzüglich etwas braunsteinhaltiges Roheisen in der

Kälte in Salpetersäure aufgelöst, so setzt sich oft eine grüne ölartige Flüssigkeit auf dem Boden des Gefäßes, welche sich beim Umschütteln mit dem Scheidewasser verbindet und es gelblich färbt.

2. Verbranntes oder schwarzes verschlacktes Eisen löst sich nur sehr schwach in Salzsäure auf; bringt man aber etwas reines Eisen mit hinein, so wird das verschlackte Eisen weit stärker angegriffen und das hineingelegte geschmeidige Eisen bleibt fast ganz verschont. Uebrigens ist es eine bekannte Erfahrung, daß die Salzsäure unter allen Säuren den Eisenkalk am besten und am mehrsten auflöst (§. 68.), welche Wirkung durch einen Zusatz von Scheidewasser noch bedeutend verstärkt wird (§§. 225. 234.).

§. 232. Vom Beizen des Eisens in Salzsäure.

Um zu sehen, welche Eisensorten durch bloßes Beizen mit Salzsäure am stärksten angegriffen werden würden, wurden folgende verschiedene Eisenarten, die so viel als möglich einerlei Oberfläche hatten, genau abgewogen und mit einer hinreichenden Menge Salzgeist übergossen, worin sie 24 Stunden lang in der Kälte stehen blieben und dann noch einige Stunden digerirt wurden.

a.	Weiches und zähes gegerbtes Eisen . .	60½ Aß
b.	Feiner ungehärteter Brennstahl . . .	69 „
c.	Kaltbrüchiges Stabeisen von Gränge .	54¾ „
d.	Graues und weiches Roheisen . . .	62 „
e.	Kaltbrüchiges, umgeschmolzenes, in einer eisernen Form gegossenes, weißes, sprödes und hartes Roheisen	43½ „
f.	Graues kaltbrüchiges Roheisen . . .	53 „
g.	Etwas rothbrüchiges, umgeschmolzenes, aber noch graues Roheisen	47 „

Die

Die Salzsäure äußerte ihre Wirkung auf diese reinen und blanken Stücken Eisen in der Kälte zuerst durch einen weißen Schaum; die Auflösung färbte sich grün und setzte einen weißen Niederschlag ab, der beim Digeriren gelb ward. Als sich nichts mehr auflösen wollte, wurden die Eisenstücken abgewaschen und getrocknet.

1. Das weiche Eisen a war weiß und matt, und hatte etwas über 1 Procent verloren.

2. Der Brennstahl b hatte eine schwarze Farbe, und der Gewichtsverlust betrug nur etwas weniger mehr als bei a.

3. Das kaltbrüchige Eisen c war fast eben so weiß, als das zähe, aber stärker geröstet, und hatte über 4 Procent verloren.

4. Das graue Roheisen d war in der Mitte weiß und an den Kanten, wo es am härtesten war, weiß gefärbt; es hatten sich etwas über 24 Procent aufgelöst.

5. Das kaltbrüchige, harte, weiße Roheisen e war eben so blank, als vorher, und hatte unter allen am wenigsten, nämlich kaum 1 Procent, am Gewicht verloren.

6. Vom grauen kaltbrüchigen Roheisen f waren dagegen über 16 Procent aufgelöst.

7. Das umgeschmolzene graue Roheisen g hatte über 15 Procent verloren.

Daß sich von dem weißen umgeschmolzenen Roheisen 5 so wenig aufgelöst hatte, rührte von der starken Härtung bei der schnellen Abkühlung in der kalten Eisenform her.

Die vier ersten Eisenarten wurden abermals in Salzsäure gelegt, aber nicht digerirt, wobei

1. das weiche Eisen im Ganzen gegen 10 Procent,

2. der Brennstahl beinahe 4 Procent,

3. das kaltbrüchige Roheisen etwas über 14 Procent,

4. das graue weiche Roheisen über 48 Procent verlor.

Daß der Brennstahl bei dieser zweiten Beizung so wenig verlor, rührt ohne Zweifel von der schwarzen reißbleiartigen Substanz her, welche sich auf der Fläche niederschlug und der Wirkung der Säure hinderlich war. Der ungleiche Verlust der verschiedenen Eisenarten beim Beizen ist übrigens sehr merkwürdig, und scheint mit dem geringeren Gehalt an Phlogiston und mit dem gröberen Phlogiston im Verhältniß zu stehen.

§. 233. Von der Fällung des Eisens aus der Salzsäure.

Die oben (§. 231, 1.) angeführten Auflösungen verhielten sich bei der Zersetzung auf folgende Weise:

a. Durch weißen Fluß ward das Eisen zuerst weiß niedergeschlagen, färbte sich aber bald dunkel, dann grau und endlich gelb. Der gelbe Rost ward durch Trocknen an der Luft roth.

b. Kaustisches Alkali machte zuerst einen schmutziggrünen Niederschlag, der sich dann dunkler färbte und an der Luft ebenfalls röthlichgelb ward.

c. Pottasche bewirkte zuerst ein Aufbrausen und einen rothen Schaum, der bald verschwand. Der Niederschlag verhielt sich wie bei a.

d. Mineralalkali gab ohne Aufbrausen einen weißen Niederschlag, der sich dann dunkelgrün färbte und an der Luft rostete.

e. Seifenwasser schlug das Eisen als einen weißen Schlamm nieder, der sich später gelb färbte.

f. Durch Zucker-, Weinstein- und Vitriolsäure ward das salzsaure Eisen zersetzt. Die Salpetersäure verstärkte aber die Wirkung der Salzsäure, indem sie dieselbe

selbe dephlogistisirt, in welchem Zustande sie dem Eisen näher verwandt ist, als die Salpetersäure. Bergman setzt daher in seinen Verwandtschaftstafeln die Salzsäure auch vor der Salpetersäure.

g. Die reinen Erden, die Metalle, die Adstringentien und die Blutlauge verhalten sich zur Auflösung des Eisens in Salzsäure eben so, wie zu den vorher angeführten Auflösungen.

h. Der Liquor vini probatorius schlägt das Eisen mit dem Schwefel grün und das Arsenik mit dem Kalk weiß nieder.

i. Das mikrokosmische Salz verhält sich gerade so, wie mit dem salpetersauren Eisen.

Beispiele oder Berechnungen von Zersetzungen des salzsauren Eisens durch doppelte Wahlverwandtschaft finde ich nicht nöthig anzuführen.

k. Als ich Phosphorsäure zum salzsauren Eisen tröpfelte und das Gemisch langsam fast bis zur Trockniß abdampfte, setzten sich dunkelgrüne Krystalle ab, die sich im Feuer zuerst weiß färbten, dann ein rothes Pulver gaben, in stärkerer Hitze blau wurden und endlich zu einer schwarzen Eisenschlacke schmolzen, welche vom Magnet gezogen ward. Beim ersten schwachen Blasen vor dem Löthrohr entwickelte sich ein dicker saurer Rauch, welcher der Flamme zuweilen eine Farbe wie vom Phosphor mittheilte. Hieraus läßt sich aber noch nicht auf die nähere Verwandtschaft der Phosphorsäure zum Eisen schließen, denn die Salzsäure entzieht sogar der Salpeter- und der Arsenikſäure, welche beide in der Verwandtschaftsfolge der Phosphorsäure noch vorgehen, das Eisen, und die wirklich erfolgten Zersetzungen lassen sich dadurch erklären, daß die Salpetersäure in der Hitze verdampft, so daß die Urinsäure mit dem Eisen verbunden zurückbleibt und die Krystalle bildet.

Im Allgemeinen sind alle Niederschläge aus Salzsäure mehr citronengelb, als die aus Salpetersäure, und

des-

deshalb zur Malerei und zur rothen Emaille viel anwendbarer (§. 194.).

§. 234. Von der Auflösung des Eisens in Königswasser.

Königswasser aus 1 Theil Scheidewasser und $\frac{1}{8}$ Salmiak ist für das metallische wie für das verkalkte Eisen ein kräftiges Auflösungsmittel. Man kann das Königswasser auf verschiedene Art (§. 128, a.) zubereiten, wobei man sich nach dem beabsichtigten Zweck richtet. Die neueren Chemiker haben gezeigt, wie die Säure eigentlich wirkt, und ich beziehe mich deshalb auf §. 233, f. Das Stabeisen giebt mit dem Königswasser eine safrangelbe Auflösung, es entsteht während dem Auflösen ein Aufbrausen, und mit der Zeit setzt sich ein gelblichbrauner Ocker ab; wendet man aber Wärme beim Auflösen an, oder nimmt man Stahl, so erfolgt ein schwarzer Niederschlag. Geht die Auflösung ganz langsam in der Kälte vor sich, und setzt man das Eisen nach und nach zu, so bleibt der Niederschlag weiß gefärbt.

Zimmermann bemerkt in seiner Sächsischen Bergakademie in einer sehr ausführlichen Abhandlung, welche „Chemische Untersuchung der Eisenerde" überschrieben ist: daß sich der Eisenfeilspan ohne Aufbrausen im Königswasser auflöst, wenn man ihn nach und nach einträgt und keine Wärme anwendet. Als die Auflösung aber völlig gesättigt gewesen sey (welches der Fall war, als sich 3 Loth Feilspan in 1 Pf. Königswasser aufgelöst hatten), habe sie angefangen sich zu trüben, und sey 6 Zoll hoch über den Rand des Auflösungsgefäßes in die Höhe geschäumt *). Vermittelst dieses Schaums habe sich der Ocker fest am Glase angesetzt, woraus Zimmermann

*) Das sich entwickelnde Salpetergas ist bei der langsamen Auflösung von der Flüssigkeit aufgenommen und durch die stärkere Oxydation des Eisens wahrscheinlich plötzlich entwickelt worden.

mann die starke bindende Kraft des Eisens bei manchen Erd- und Steinarten erklärt. Nachdem sich der Schaum gesetzt hatte, ward die Auflösung mit $\frac{1}{4}$ Wasser verdünnt und filtrirt, wobei im Filtro etwa 2 Loth gelblichweiß gefärbte Erde zurück geblieben seyn soll, welche mit der Zeit an der Luft rostete, und erst nach dem Kalciniren mit Kohlenstaub vom Magnet angezogen ward. Die Auflösung sey gelb gewesen, habe aber im Glase eine Granatfarbe gehabt. Mit der Zeit sey sie verdunstet und habe durch Verdünnen mit Wasser einen Safrangeruch verbreitet. Nach Verlauf von 2 Jahren habe sich eine scheeweiße Erde auf dem Boden des Gefäßes sehr fest angesetzt, deren weitere Untersuchung nicht vorgenommen ward, welche Zimmermann aber für Thonerde, oder für die vermuthliche Grunderde des Eisens hielt. Ohne den Versuch zu wiederholen, kann man sich die Erscheinungen desselben nicht erklären.

Unter den Eisenkalken wurden folgende in Rücksicht ihres Verhaltens mit dem Königswasser untersucht.

1. Vitriolischer Colcothar, durch Auflösen des Eisens in Vitriolsäure, durch Abdampfen bis zur Trockniß und durch Kalciniren bis zur rothen Farbe bereitet, ward in Scheidewasser gebracht, worin es sich ganz ruhig verhielt, und auch selbst dann noch nicht angegriffen ward, als etwas Salmiak hinzugesetzt worden war. In dem Augenblick aber, als der Kolben mit dem entstandenen Königswasser etwas erwärmt ward, fand die Auflösung mit Aufschäumen, jedoch ohne eine sichtbare Dampfentwickelung, statt. Ein Theil Colcothar gab auf diese Weise binnen ein Paar Stunden mit vier Theilen Königswasser eine klare braunrothe Auflösung, und es blieb nur ein kleiner Rückstand von etwas weißem Pulver, welches mit noch weniger schwarzbraunem Staub bedeckt war.

2. Hammerschlacke von drei verschiedenen Eisenarten löste sich ebenfalls in Salzsäure auf. (Vergl. §. 68.)

Wenn

Wenn das Königswasser durch Zusammengießen von Scheidewasser mit Salzgeist bereitet worden ist, so entwickelt sich während der Auflösung des reinen Eisenfeilspans eine Luftart, welche sich (wenn man sie durch Wasser gehen läßt und eben so wie die Luftsäure auffängt) an der Lichtflamme entzündet und unter dem Zutritt der atmosphärischen Luft mit einem Knall abbrennt. Je mehr die Salzsäure im Königswasser vorwaltet, desto mehr, und je mehr die Salpetersäure vorwaltet, desto weniger brennbare Luft erhält man, und die Erzeugung der Luft hört zuletzt gänzlich auf, wenn das Verhältniß der Salpetersäure so groß wird, daß die Säure als reine Salpetersäure wirken kann. Dies Verhalten stimmt mit den Eigenschaften der Säure und mit ihren Wirkungen auf das Eisen völlig überein. Ohne Zweifel würde man die verschiedenen Verhältnisse beider Säuren gegeneinander in dem auf verschiedene Art bereiteten Königswasser dazu anwenden können, den phlogistischen Theil des Eisens genauer zu untersuchen *).

§. 235. Von der Auflösung des Eisens in Flußspathsäure.

Scheele hat in den Abhandlungen der Schwedischen Akademie für 1771 die Darstellung dieser Säure aus dem Flußspath durch Vitriolsäure und das Verhalten derselben mit den Salzen und Metallen gezeigt, und in Ansehung des Eisens bemerkt, daß es sehr stark angegriffen wird, daß der sich entwickelnde Dampf brennbar ist, daß die Auflösung den Geschmack des Eisenvitriols besitzt, daß sie beim Abdampfen eine gallertartige Masse bildet, die nicht zu Krystallen anschießt, aber nach dem völligen Eintrocknen als eine feste Substanz erscheint.

Durch

*) Chenevix ließ einen Strom von oxydirtem salzsaurem Gas durch Wasser gehen, worin sich rothes Eisenoxyd verbreitet befand. Das Oxyd ward langsam aufgelöst, indeß sind die Eigenschaften dieser Verbindung nicht bekannt.

Durch Vitriolsäure und auch in der bloßen Hitze wird die Flußspathsäure ausgetrieben, und das Eisen bleibt als ein rother Ocker zurück. Auch das verkalkte Eisen löst sich in dieser Säure auf; die Auflösung hat einen Alaungeschmack, schießt aber nicht zu Krystallen an und wird durch alle Alkalien zersetzt, welche das Eisen daraus niederschlagen *).

Von den späterhin angeführten Versuchen erwähne ich folgende:

1. Ein Theil reiner Eisenfeilspan bewirkte beim Auflösen in 80 Theilen schwacher Flußspathsäure, ohne Anwendung von äußerer Wärme, eine starke Bewegung, und die sich entwickelnde Luft war brennbar. Die Auflösung war farbenlos, etwas trübe und behielt sehr lange einen weißen Schaum, der sehr bald eine Rostfarbe annahm. Es hatte sich ein weißer Schlamm zu Boden gesetzt, welcher nach näherer Untersuchung aus Eisen, Kieselerde und Flußspathsäure bestand, welche letztere sich beim Zusatz von Scheidewasser mit einem der Salzsäure ähnlichen Geruch in Dämpfen entwickelte. Die Flußspathsäure wollte sich durch Eisen kaum bis zu dem Punkt sättigen lassen, daß sie nicht mehr reagirte; denn obgleich die Auflösung in der Wärme geschah, so schien die Säure doch noch immer vorzuwalten und immer concentrirter oder schärfer zu werden. In der Siedhitze schied sich ein großer Theil Eisen als rother Ocker aus, sonst blieb die Auflösung aber sehr lange klar und farbenlos. Die Verbindung wollte zwar nicht zu Krystallen anschießen, nach einigen Jahren hatten sich aber auf dem Boden des mit einem eingeriebenen Glasstöpsel versehenen Gefäßes salinische, glänzende und klare Schuppen abgesetzt. Die Säure greift in ihrem reinen Zustande

*) Neuere Versuche über diese Verbindung sind nicht angestellt und man kennt das flußsaure Oxydul und das flußsaure Oxyd nicht genau. Die gallertartige Masse ist ohne Zweifel basisches flußsaures Oxyd.

stande mit der Zeit das Glas an, dringt durch die dichtesten Glastropfen und bildet eine harte Steinrinde um dieselbe; dies letztere war auch hier geschehen, und das Eisen, welches mit durchgedrungen war, gab sich durch seine Rostfarbe zu erkennen, obgleich die Flasche nicht angegriffen war. Ungeachtet die Säure vorwaltete, so ließ sich das Eisen doch sehr leicht ohne Aufbrausen durch Alkalien niederschlagen.

2. Ein Theil graues Roheisen ließ sich eben so, wie vorhin vom weichen Eisen angeführt worden ist, in 50 Theilen Flußspathsäure auflösen, nur blieb noch etwas mehr schwarzes Pulver zurück, welches weder vor noch nach dem Kalciniren vom Magnet gezogen ward und $\frac{1}{12}$ des Eisens betrug. In starker Hitze ward es weiß, färbte das Boraxglas beim Schmelzen nicht und löste sich auch in Vitriolsäure nicht auf, obgleich diese Säure in der Siedhitze etwas Eisen daraus aufgenommen hatte, indem sie mit Blutlauge Berlinerblau gab. Gegen die Salzsäure verhielt es sich eben so.

3. $\frac{1}{8}$ Ct. oder $12\frac{1}{2}$ Pf. durch Kalcination bereiteter Eisenkrokus ward von 300 Pf. Säure zuerst ziemlich lebhaft angegriffen; die Wirkung hörte aber bald auf, obgleich äußere Wärme angewendet ward. Die Auflösung war klar, farbenlos und hatte viel vorwaltende Säure. Es ist auffallend, daß sich die Säure, welche sonst so flüchtig ist, durch das Sieden wenig verminderte; wahrscheinlich ward sie von Eisenkalk zurückgehalten, und durch Verdampfung der wäßrigen Theile noch mehr koncentrirt, welches auch geschieht, wenn man beim Rectificiren der Säure gepulverten Flußspath zusetzt.

4. Schwere Frischschlacke löste sich beim Digeriren ziemlich leicht und in beträchtlicher Menge in der schwächsten Säure auf. Alkali schlug aus der Auflösung einen weißen Kalk nieder, der sich nachher grün färbte. Als zu der unaufgelöst gebliebenen Schlacke noch mehr Säure

gegos-

gegossen ward, entstand eine neue Auflösung, welche immer weiße Niederschläge gab, die durch langsames Trocknen eine violette Farbe annahmen, welche sich beim Schmelzen wieder verlor. Der Braunsteingehalt der Schlacke bewirkte ohne Zweifel diese Erscheinung. Es blieb nur ein geringer unauflöslicher Rückstand, welcher aus einer grauen erdartigen Substanz bestand.

Bei der Auflösung des reinsten Eisens in Flußspathsäure erhielt ich oft einen grauen Rückstand, der durch das Glühen gelb und vom Magnet angezogen ward, und welcher aus Eisen mit etwas Kieselerde bestand. Zur Auflösung des reinen Eisens werden 80 Theile Säure erfordert. Daß die Säure von Vitriolsäure ganz rein war, davon überzeugte ich mich dadurch, daß sie mit Kali gesättigt und abgedampft keinen vitriolisirten Weinstein gab, und daß das entstandene Salz vor dem Löthrohr auf einer Kohle geschmolzen keinen Schwefelgeruch verbreitete.

§. 236. Von der Fällung des Eisens aus der Flußspathsäure.

Die eben angeführten Auflösungen zeigten alle gegen die Alkalien und gegen andere Niederschlagungsmittel ein völlig gleiches Verhalten.

a. Durch Weinsteinsalz und durch weißen Fluß ward das Eisen mit verschiedenen Farben niedergeschlagen, wie es die Beschaffenheit und die Menge des Alkali und des aufgelösten Eisens, und die größere oder geringere Quantität Kieselerde, welche sich zugleich mit niederschlug, mit sich brachte. Zuweilen war der Niederschlag hellbraun und ward nach dem Trocknen weiß, zuweilen war er erst weiß und ward schmutziggrün und endlich rostfarbig, zuweilen war er grün, färbte sich dann gelb und nach dem Glühen wieder schmutziggrün.

b. Kau-

b. Kaustisches Alkali schlug das Eisen mit einer gelblichgrünen Farbe nieder, welche im Feuer weiß ward, und gelbe Rostflecken erhielt.

c. Durch Mineralalkali entstand ein weißer und etwas bräunlicher Niederschlag, der sich im Feuer gelb färbte, und mit etwas weißer Kieselerde vermengt war.

d. Flüchtiges Alkali gab einen grünlichgelben Niederschlag, der sich im Feuer eben so wie c verhielt.

e. Außer der Schwefel-, Salz- und Salpetersäure entziehen auch die Arsenik-, Phosphor- und Sauerkleesäure der Flußspathsäure das Eisen.

f. Weil die Kalkerde, Schwererde und Bittererde mit der Flußspathsäure sogar näher als die Alkalien verwandt sind, so müssen sie das Eisen um so mehr von dieser Säure abscheiden, als die Trennung schon durch die weniger nahe verwandten Alkalien erfolgt. Die Thonerde verhält sich gegen die Flußspathsäure eben so, wie gegen die vorhin abgehandelten drei Säuren.

g. Durch Kalkwasser wird die Auflösung getrübt und es schlägt sich zuerst ein weißes Pulver (regenerirter Flußspath) nieder, worauf sich das Eisen mit einer hellgrünen Farbe zeigt, welche aber durch die weiße ganz unterdrückt wird. Der ganze Niederschlag war sehr leichtflüssig, und gab eine weiße Emaille mit blauen Flecken.

h. Die Niederschläge mit Blutlauge, Adstringentien und Metallen erfolgen eben so, wie bei den vorhin abgehandelten drei Säuren.

i. Mikrokosmisches Salz giebt auch hier, wie aus anderen Säuren einen weißen Niederschlag, welcher nach dem Aussüßen und Glühen rostfarbig und etwas vom Magnet gezogen ward.

Alle diese Niederschläge entstanden, obgleich die Säure stark vorwaltete, sehr schnell, indem ein Gerinnen, aber ohne Aufbrausen, erfolgte.

§. 237.

§. 237. Von der Auflösung des Eisens in Arsenikſäure und dessen Fällung aus derselben.

Scheele hat die Darstellung dieser Säure durch Zersetzung des Arsenik mit Königswasser oder mit Braunstein, und das Verhalten derselben gegen andere Körper, in den Abhandl. der Schwedischen Akademie für 1775 zuerst gezeigt, und bewiesen, daß der weiße Arsenik eine Verbindung der Säure mit Phlogiston ist, welches letztere durch Salpetersäure oder durch Braunstein abgeschieden wird *). Ueber das Verhalten der Arsenikſäure mit Eisen bemerkt Scheele: Die Säure greift das Eisen beim Digeriren an, und die Auflösung wird beim Zutritt der Luft, aber nicht in verschlossenen Gefäßen, zuweilen zu einer Gallerte. Alkalien schlagen das Eisen mit einer grünlichweißen Farbe nieder, die durch Glühen roth wird. Bei der Destillation von 1 Theil Eisenfeilspan mit 4 Theilen Säure erfolgte gegen das Ende derselben eine Verbrennung in der Retorte, wobei sich weißer und reguliniſcher Arsenik sublimirte. Arse-

*) Die Verbindungen der arsenigten Säure (des weißen Arsenik) mit Eisenoxydul und Eisenoxyd sind noch völlig ununtersucht. Nach Proust bildet das arsenigts. Eisenoxyd ein gelbes ockerartiges Pulver, welches schon in gelinder Wärme Wasser und arsenigte Säure unter Aufschwellen entläßt (Gehlens Journ. f. Chemie und Phys. III. 433.). Auch die Eigenschaften des arsenikſauren Eisenoxyduls u. des arsenikſauren Eisenoxyds kennt man nicht genau. Beide Verbindungen lassen sich am leichtesten durch Zersetzung der schwefelsauren Eisensalze mit arsenikſauren Alkalien darstellen, wobei das arsenikſaure Oxydul als ein unauflösliches grünes Pulver (nach Chenevix aus 38 Säure, 43 Oxydul und 19 Wasser) und das arsenikſaure Oxyd als ein röthlichbraunes Pulver (nach Chenevix aus 42,4 Säure, 37,2 Oxydul und 20,4 Wasser niederfällt. Wird das Oxydulsalz erhitzt, so sublimirt sich arsenigte Säure, und es bleibt wahrscheinlich neutrales arsenikſaures Eisenoxyd zurück. Das arsenikſaure Eisenoxyd soll in der Hitze, nach Proust, olivengrün werden, aber ganz unverändert bleiben. Beide Verbindungen kommen in der Natur vor, das arsenikſaure Oxydul in grünen Würfeln, und das arsenikſaure Oxyd mit braunrother Farbe. Letzteres ist aus ersterem wahrscheinlich durch die Einwirkung der Luft entstanden. Nach Chenevix (Gehlen's Neues Journ. II. 131-186.) soll das Oxydulsalz 36 Säure, 52 Oxydul und 12 Wasser, und das Oxydsalz 42,4 Säure, 37,2 Oxyd und 20,4 Wasser enthalten.

Arsenikſäure ſchlägt das Eiſen aus anderen Mineralſäuren nicht nieder; aus der Auflöſung in Eſſig bewirkt ſie aber ein dunkelbraunes Präcipitat. Durch die arſenikaliſchen Mittelſalze wurden alle Eiſenauflöſungen zerſetzt. Die Niederſchläge geben in ſtarker Hitze eine ſchwarze Schlacke, verbreiten einen Arſenikgeruch, und werden, wenn das Arſenik durch Kalciniren mit Kohlenſtaub völlig verflüchtiget iſt, vom Magnet gezogen.

Ich habe dieſe wichtigen Verſuche nicht ausführlich wiederholen können, und füge daher nur folgende Erfahrungen hinzu.

a. Ein Theil Eiſen erforderte in der Digerirhitze 150 Theile verdünnter Arſenikſäure, die aus 1 Säure und 8 Waſſer beſtand. Die Auflöſung war klar und farbenlos, ſetzte aber mit der Zeit in einer verſchloſſenen Flaſche alles Eiſen ab, welches ſich als weißer Schlamm zu Boden ſetzte. Dieſer Schlamm ſchmolz zu runden ſchwarzen Schlackenkörnern, die erſt nach der Verjagung des größten Theils Arſenik vom Magnet gezogen wurden.

b. Ein Theil graues Roheiſen erforderte 400 Theile von dieſer Säure. Die feinen unaufgelöſt zurückgebliebenen Theilchen hatten eine grüne Farbe.

c. Das kauſtiſche, vegetabiliſche, mineraliſche und flüchtige Alkali und das Perlſalz bewirkten faſt ganz gleiche Niederſchläge, nämlich ein weißgraues oder weißes Pulver, welches zuweilen etwas grünlich war, mit der Zeit röthlich ward und viel Arſenik enthielt. Kalkwaſſer gab einen ganz weißen Niederſchlag, der auch nach dem Trocknen die Farbe nicht veränderte. Adſtringentien geben ein ſchwarzgraues Präcipitat. Alle Niederſchläge wurden nach dem Ausſüßen und Glühen weißgrau und etwas grünlich, indeß war die Farbe nicht beſtändig; in ſtärkerer Hitze färbten ſie ſich ſchwargrau und wurden vom Magnet gezogen. Der Niederſchlag

durch

durch Perlsalz ward in der Glühhitze gelblichgrün, nach dem Erkalten aber etwas matter.

d. Eisensafran löste sich sehr schwach, aber mit etwas Aufbrausen, in Arsenikſäure auf, und die Auflösung gab mit Blutlauge Berlinerblau.

e. Die Arsenikſäure folgt in Rücksicht der Verwandtschaft zum Eisen unmittelbar hinter der Salzsäure.

f. Der grüne Niederschlag, den Scheele aus der Auflösung des Eisens in Essig durch Arsenikſäure erhielt, würde sich nach dem Aussüßen mit heißem Wasser, weil sie an der Luft beständig ist und nicht vergelbt, zwar als eine grüne Wasserfarbe benutzen lassen; allein in der Wärme wird sie weißgrau, und in der Glühhitze entwickelt sie einen starken Arsenikgeruch, und wird zu einer schwarzen Schlacke, die vom Magnet stark angezogen wird. Der Niederschlag besteht also aus Eisen und aus weißem Arsenik, welcher aus der Säure durch die Verbindung derselben mit dem Brennbaren in Essig entstanden ist. Auch ohne vorheriges Glühen wird diese grüne Farbe ziemlich stark vom Magnet gezogen.

g. Was die Arsenikſäure von der Eisenfeile nicht aufgelöst hatte, war ein grünliches Pulver mit weißen Schuppen, und bestand zum Theil aus zerfressenem Eisen, welches durch Kalciniren auf dem Scherben braunroth ward, zum Theil aus mehr aufgelöstem Eisenkalk, der beim Kalciniren eine stinkende Säure entwickelte, sich grünlich färbte und durch einen Zusatz von Kohlenstaub Arsenik gab. Mit Montamie's Emailleglas geschmolzen, gab er auf Fayence eine lichtviolette und auf Biscuit eine mehr rothe Farbe. Das kalcinirte Pulver ward stark vom Magnet gezogen.

Bei der Auflösung des Eisens in Arsenikſäure entwickelt sich keine brennbare Luft, weil diese Säure das zur Darstellung der Luft erforderliche Brennbare sehr begie-

begierig anzieht und mit demselben weißen Arsenik macht. Den Grad der Hitze, welcher sich bei dieser Auflösung entwickelt, habe ich nicht gemessen.

§. 238. Von der Auflösung des Eisens in Weinsteinsäure und dessen Fällung aus derselben.

Die nach der Vorschrift der Schwedischen Pharmacopoe bereitete Weinsteinsäure griff den Eisenfeilspan in der Kälte nur sehr wenig an; in der Digestionswärme war die Wirkung stärker, und es entwickelte sich brennbare Luft, die sich an der Luft entzündete. Es schien indeß, daß im Verhältniß mit der Auflösung mehr brennbare Luft hätte entstehen müssen. Als ich die Auflösung bis zum Sieden erhitzte, ward sie milchweiß und endlich ganz dick, worauf ich sie mit Wasser verdünnte, und von dem unaufgelösten Feilspan, der eben so blank als vorher war, abgoß. Die weiße Masse setzte sich und ward durch Filtriren von der klaren Auflösung geschieden *).

1. Die klare Auflösung war farbenlos, schmeckte etwas sauer und zusammenziehend oder tintenartig, und gab

a. mit

*) Die Weinsteinsäure löst auch das Oxydul und selbst das Oxyd (wenn es frisch gefällt ist) auf. Am leichtesten erhält man die weinsteinsauren Oxydul- und Oxydsalze durch Zersetzung der schwefel- oder salzsauren Eisenverbindungen mit neutralen weinsteinsauren Alkalien. Das weinsteinsaure Oxydul bildet ein grünlichweißes, das weinsteinsaure Oxyd ein gelblichbraunes Pulver. Ersteres oxydirt sich stärker an der Luft, und bildet dann ohne Zweifel basisches Oxyd und neutrales weinsteinsaures Oxyd. Das weinsteinsaure Eisenoxydul muß nach der Berechnung 66,9 Säure und 33,1 Oxydul und das weinsteinsaure Eisenoxyd 71,1 Säure und 26,9 Oxyd enthalten. Die Auflösung des weinsteinsauren Oxyds soll nach Bucholz ein dunkelchinabraunes basisches Salz an der Luft absetzen und in der Flüssigkeit soll ein saures weinsteinsaures Eisenoxyd zurückbleiben, welches schon in $1\frac{2}{3}$ kaltem und in $\frac{1}{19}$ warmen Wasser auflöslich sey. Richter bediente sich der neutralen weinsteinsauren Alkalien zur Scheidung des Eisens vom Mangan; weil aber beide Metalle mit dieser Säure schwerauflösliche Verbindungen bilden, so ist die Trennung sehr unvollkommen, obgleich der Anwendung der Sauerkleesäure vorzuziehen.

a. mit Weinsteinsalz einen gelben, b. mit kaustischem Kali erst einen grauen und dann einen gelben, c. mit Mineralkali und d. mit flüchtigem Alkali einen weißen, e. mit Blutlauge einen blauen, mit Adstringentien einen schwarzen und endlich f. mit Schwefelleber einen weißen Niederschlag, der aus Schwefel und Eisen bestand. g. Außer der Zuckersäure kennt man noch keine Säure, welche der Weinsäure das Eisen entziehen könnte. Von der Abscheidung des Eisens von der Vitriolsäure durch Weinsteinsäure habe ich §. 223, 2, b. geredet. Das weinsteinsaure Eisen hat mehr Neigung, sich zu krystallisiren, als die Verbindung des Eisens mit der Zuckersäure. h. Der Kalkerde, der Schwererde und der Bitterde ist die Weinsteinsäure näher verwandt, als den Alkalien. Die Thonerde und die Metalle behalten ihre oben bemerkte Folgeordnung in der Verwandtschaftsreihe. i. Die Auflösungen des Eisens in allen Säuren — die Zuckersäure vielleicht ausgenommen — werden durch die weinsteinsauren Neutral- und Mittelsalze zersetzt. Wenn man gleiche Theile Eisenvitriol und tartarisirten Weinstein im Wasser aufgelöst zusammengießt, so erhält man nach dem Abdampfen eine salinische, aus vitriolisirtem Weinstein und weinsteinsaurem Eisen bestehende Masse, welche man auch bekommt, wenn man das Fällungswasser nachher für sich allein abdampft. Das weinsteinsaure Eisen hat eine gelbe Farbe (§. 223, 7.).

2. Die weiße Masse schien aus Eisen und Weinsteinsäure mit Brennbarem zu bestehen, und bildete ein schwerauflösliches derbes Salz, welches eine fast noch weißere Farbe als Bleiweiß hatte, sich wie feiner Thon kneten und aufrollen ließ, beim Trocknen die weiße Farbe behielt, aber nach einiger Zeit gelb ward. Bei gelindem Glühen vor dem Löthrohr, oder auf einem Scherben, verbrannte es zu Kohle und entwickelte einen

Weinsteingeruch. Es ließ sich auch am Licht entzünden und ward zuerst schwarz, in stärkerer Hitze aber schön blutroth und zu einer Malerfarbe brauchbar. In der Schmelzhitze gab es eine schwarze Schlacke, weshalb die rothe Farbe auch auf Emaille nicht aushielt.

3. Eine wäßrige Auflösung des Weinsteinrahm wirkte auf den Eisenfeilspan in der Kälte gar nicht; in der Siedhitze trübte sich die Auflösung, ward weiß und endlich dick und breiartig, wie bei der Auflösung in Weinsteinsäure. Der weiße Niederschlag schien aus Weinsteinrahm zu bestehen, der etwas Eisen aufgelöst hatte, welches sich beim Kalciniren durch die rothe Farbe zu erkennen gab, welche indeß nicht beständig genug war, um sie auf Emailleglas brauchen zu können. Die klare Auflösung enthielt so wenig Eisen, daß man es durch Blutlauge kaum auffinden konnte; sie hatte indeß einen zusammenziehenden Eisengeschmack, und war eine gute Tinctura martis tartarisata. Der Eisenfeilspan hatte kaum 2 Procent am Gewicht verloren.

4. Durch Kochen mit weißem Weinstein erhielt ich eine noch schwächere gelblichgrüne Eisenauflösung, und einen eben so gefärbten Niederschlag aus Weinstein mit etwas Eisen, der durch Kalciniren roth und vom Magnet gezogen wird *).

5. Wenn man Eisen in einer völlig gesättigten Auflösung der trockenen Weinsteinsäure in Essig auflöst, so erhält man ebenfalls eine braune Eisenauflösung, die aber nicht, so wie die reine Weinsteinsäure, einen weißen Niederschlag absetzt, selbst dann nicht, wenn man sie sieden läßt. In verschloßnen Gefäßen bleibt sie Jahre lang klar und ungetrübt. Alkali giebt einen gelb-

*) Der sogenannte Tartarus martiatus oder chalybeatus, und die Stahlkugeln (Globuli martiales) geben ein Beispiel von einer dreifachen, noch nicht genau genug bekannten Verbindung von Weinsteinsäure, Kali und Eisenoxydul.

gelblichgrünen Niederschlag, der theils aus Weinsteinrahm, theils aus Eisenkalk besteht. Setzt man Alkali in Ueberschuß zu, so löst sich alles wieder auf, tröpfelt man alsdann Salpetersäure in die Auflösung, so entwickelt sich ein weißer nach Scheidewasser riechender Dampf, die Auflösung bleibt aber klar und braun gefärbt, wie Stahls Eisentinktur. Der niedergeschlagene Kalk wird nach dem Trocknen rostfarbig und verhält sich übrigens eben so, wie der vorhin angeführte.

§. 239. Von der Auflösung des Eisens in Zuckersäure und dessen Fällung aus derselben.

Bergman hat die Darstellung dieser Säure aus Zucker und das Verhalten derselben mit Alkalien, Erden und Metallen gezeigt, und führt über die Verbindung dieser Säure mit dem Eisen folgendes an:

„Die Zuckersäure greift das Eisen mit einigen Aufbrausen an, welches durch die Abscheidung des Phlogiston bewirkt wird. Die Auflösung ist zusammenziehend süß, und schießt, wenn sie in der Wärme bereitet ist, besonders in einer vollen und verschlossenen Flasche zu gelblichgrünen prismatischen Krystallen an, die sich leicht im Wasser auflösen, etwas überschüßige Säure haben, an der Luft nicht zerfallen und aus 55 Theilen Säure und 45 Eisen bestehen. Wird die Säure in der Hitze ausgetrieben, so bleibt eine rostfarbene Masse zurück. Auch der Eisenkalk löst sich in der Zuckersäure auf, läßt aber beim Abdunsten ein gelbes Pulver zurück, welches man auch erhält, wenn man Eisenvitriol durch Zuckersäure niederschlägt, oder wenn man eisenhaltige Salpetersäure zur Darstellung der Zuckersäure anwendet. Dies Pulver ist im Wasser fast ganz unauflöslich, beim Kochen sondert sich aber doch etwas Ocker ab, der aufgelöst gewesen seyn muß.“

Ich habe zwar selbst mehrere Versuche über das Verhalten der Zuckersäure mit Eisen angestellt, allein die Resultate waren nur eine Bestätigung des eben Gesagten. Nur muß ich noch hinzufügen, daß die Auflösung bei der Anwendung der Siedhitze trübe wird und den Eisengehalt als einen weißen Kalk (fast so wie aus der Weinsteinsäure) fallen läßt, so daß man in der klar gewordenen Flüssigkeit gar kein Eisen weiter auffinden kann *). Die unaufgelöst gebliebenen Eisenfeilspäne färben sich nach dem Auslaugen und Trocknen grün, sind aber doch reines Eisen. Beim Auflösen entwickelt sich brennbare Luft. Eisenkalk, der aus der Auflösung des Eisens in Königswasser durch Pottasche niedergeschlagen und nicht geglüht worden war, löste sich ohne Aufbrausen und ohne Entwickelung von Wärme in ziemlicher Quantität in Zuckersäure auf, und die Auflösung gab mit Blutlauge Berlinerblau, wollte aber durch Abdampfen nicht zu Krystallen anschießen, sondern gab ein rostfarbenes schmieriges Magma, welches sich mit einigem Aufbrausen im Wasser auflöste.

Am merkwürdigsten scheint mir der Umstand, daß die Zuckersäure das Eisen aus dem Eisenvitriol mit einer schö-

*) Diese Erscheinungen erklären sich dadurch, daß das zucker- oder sauerkleesaure Eisenoxydul ziemlich leichtauflöslich, das sauerkleesaure Eisenoxyd aber sehr schwerauflöslich ist. Beim Uebergang des ersteren in das letztere bildet sich auch völlig unauflösliches basisches sauerkleesaures Eisenoxyd. Nach der Berechnung besteht das kleesaure Oxydul aus 51,25 Säure und 48,75 Oxydul, das kleesaure Eisenoxyd aber aus 59 Säure und 41 Oxyd. Bergman hat das kleesaure Eisen aus 55 Säure und 45 Oxyd bestehend gefunden; er hatte also eine dreifaches Salz aus Säure, Oxydul und Oxyd. Die Kleesäure löst übrigens nicht bloß das metallische Eisen, sondern auch das Oxydul und selbst das Oxyd ziemlich leicht auf. Die große Neigung des kleesauren Oxyds mit den kleesauren Alkalien, dreifache ziemlich leicht auflösliche Verbindungen zu machen, verhindert die Darstellung des kleesauren Eisenoxyds durch Zersetzung des schwefel- oder salzsauren Eisenoxyds mit kleesauren Alkalien; der Niederschlag ist immer nur partiell, und deshalb ist die vom Hrn. John vorgeschlagene Scheidungsmethode des Eisens vom Mangan durch Kleesäure nicht anwendbar, wenigstens hat sie mir niemals gelingen wollen.

schönen citronengelben Farbe niederschlägt *), welche als Malerfarbe angewendet ward (§. 223, 2, a.). Durch Glühen wird der Niederschlag roth, allein diese Farbe ist so unbeständig, daß man sie zu Emaille eben so wenig, als alle Eisenkalke, welche man aus der Auflösung in Pflanzensäuren erhält, anwenden kann.

Alkalien schlagen das Eisen aus der Zuckersäure mit einer weißen Farbe nieder, die aber mit der Zeit gelb wird. Daß die Zuckersäure unter allen Säuren die stärkste Verwandtschaft zum Eisen hat, ist bereits erwähnt worden. Das Verhalten zu den Erden, Metallen und zu anderen Niederschlagungsmitteln ist aber so wie bei der Weinsteinsäure (§. 238, 1, h. i.), weshalb auch die zuckersauren Neutral- und Mittelsalze ohne Zweifel alle Eisenauflösungen zersetzen.

§. 240. Von der Auflösung des Eisens in Essig und dessen Fällung aus demselben.

Weinessig löst Eisen beim Digeriren in beträchtlicher Menge, mit einer röthlichbraunen Farbe und bis zur völligen Sättigung der Säure auf. Die Auflösung hat einen süßlichen sehr zusammenziehenden Geschmack und verwandelt sich binnen Jahr und Tag, selbst in gläsernen Gefäßen mit eingeriebenem Glasstöpsel, in einen zusammengebackenen Ocker, welcher sich als eine harte Rinde, die den rothen, gelben und umbrafarbenen See- oder Sumpferzen gleicht, an den Wänden des Gefäßes anlegt. Die auf dem Boden der Flasche noch flüssig gebliebene Auflösung blieb durch Verdünnung mit 10 Theilen Wasser klar und röthlichbraun, verdickte sich aber mit der Zeit, und setzte mehr als die Hälfte braunen Ocker ab, welcher zuletzt ganz hart ward. Die Menge des Ockers ist so beträchtlich, daß man dar-

*) Dies geschieht nur dann, wenn der Vitriol Oxydsalz enthält.

darüber erstaunen würde, wenn man nicht wüßte, daß die schlammigen Niederschläge immer einen großen Raum einnehmen; ich hielt ihn aber doch einer näheren Untersuchung werth *).

72 Aß dünner Eisendrath wurden ein Jahr lang mit etwa 2 Unzen Weinessig in einer verkorkten Flasche hingestellt, wobei sich viel Schlamm abgesetzt hatte. Als ich die Auflösung einige Tage lang digerirte, ward die Auflösung klar und gelb gefärbt, trübte sich aber in der Kälte, und schien das Eisen nicht merklich anzugreifen, obgleich sich etwas Ocker absetzte. Nachdem die Flüssigkeit etwas aufgekocht worden war, ward das Eisen gewogen; es hatten sich nur $2\frac{1}{2}$ Aß aufgelöst, obgleich die Blutlauge in der Auflösung einen starken Niederschlag von Berlinerblau machte, wogegen die Galläpfeltinktur kaum eine Schwärzung bewirkte. In starkem destillirtem Essig löste sich Eisenfeilspan bei einer gelinden Wärme in ziemlicher Menge auf, wobei sich brennbare Luft entwickelte. Ich habe bei allen Pflanzensäuren die Bemerkung gemacht, daß das graue gaare Roheisen am mehrsten, und das weiche Stabeisen am wenigsten brenn-

*) Nicht bloß das reguliniſche Eiſen, ſondern auch das Oxydul und ſelbſt das (friſch niedergeſchlagene, nicht durchgeglühte) Oxyd löſen ſich in Eſſigſäure auf. Das eſſigſaure Oxydul iſt, nach Davy, nur durch Auflöſung von Schwefeleiſen in Eſſigſäure rein zu erhalten, weil es zur ſtärkeren Oxydation außerordentlich geneigt iſt, und dabei baſiſches eſſigſaures Eiſenoxydhydrat abſetzt. Die Auflöſung ſoll durch vorſichtiges Verdampfen zu kleinen grünen Prismen anſchießen. Die gewöhnliche Auflöſung des Eiſens in Eſſig iſt ein dreifaches Salz. Das eſſigſaure Eiſenoxyd macht ſich in allen Auflöſungen, worin es vorkommt, durch ſeine ſchöne rothe Farbe bemerkbar. Durch ſehr vorſichtiges Abdampfen erhält man aus der Auflöſung röthlichbraune leicht zerfließende Kryſtalle, gewöhnlich aber nur eine gallertartige Salzmaſſe. Beide Salze entbinden ſchon in der dunklen Glühhitze ihre Säure. Das eſſigſaure Oxyd iſt nicht allein ein ſehr gebräuchliches Medicament, ſondern auch ein ganz vorzügliches Färbemittel auf Baumwolle und Leinenzeug (7. Abtheil.), weshalb es im Großen unmittelbar aus Eiſen und Eſſigſäure (Holzſäure) zuſammengeſetzt, oder aus eſſigſaurem Blei und Eiſenvitriol bereitet wird (Ann. des Arts XI. 237-244.).

brennbare Luft giebt, welches bei der Vitriolsäure gerade umgekehrt ist (§. 220.). Bekanntlich werden die Pflanzensäuren in einer starken Destillationshitze zersetzt, und größtentheils in Luftsäure und in gute Luft zerlegt; vielleicht erfolgt diese Zersetzung auch bei der Auflösung des Eisens unter Mitwirkung von äußerer Wärme, und dann ist die brennbare Luft nicht rein, sondern mit den eben genannten Luftarten gemengt. Ob aber dieser Fall auch eintritt, wenn die Auflösung ohne äußere Wärme erfolgt, lasse ich unentschieden. Das Eisen bedeckte sich während der Auflösung in Essig mit einem lockern, zusammengebackenen, gelblichbraunen Ocker. Die Auflösung war zuerst farbenlos, ward aber bald gelblichbraun und setzte täglich viel Eisenocker ab, welcher ungeglühet nur sehr schwach, aber nach dem Kalciniren in der Weißglühhitze, wodurch er sich schwarz färbte, sehr stark vom Magnet gezogen ward. In gelinderer Glühhitze erhält man aus diesem Ocker eine schöne, rothe, nicht sehr kostbare Malerfarbe, die vorzüglich als Wasserfarbe sehr anwendbar ist.

Pottasche schlug das Eisen aus dem Essig ohne Aufbrausen mit einer grünen Farbe, die aber bald rostfarbig ward, nieder. Mineralisches und flüchtiges Alkali zeigten ein gleiches Verhalten. Ich weiß daher nicht, worauf sich Swedenborgs Angabe und Brandt's Versuch begründen, nach welcher die Pottasche das Eisen aus der gesättigten Auflösung in Essig gar nicht, sondern nur dann niederschlagen soll, wenn entweder die Säure vorwaltet (wovon indeß der Grund nicht einzusehen ist), oder wenn das Alkali in Ueberschuß zugesetzt wird (welches doch den Niederschlag wieder aufzulösen pflegt (§. 238, 5. u. §. 241.). Der Niederschlag des Eisens aus der Essigsäure erfolgt übrigens auf die gewöhnliche Weise, nur beobachten die Niederschlagungsmittel eine andere Folgeordnung, als bei den andern Pflanzensäuren; oben an steht nämlich Schwererde,

erde, dann folgt Pottasche, dann Mineralalkali, Kalkerde, Bittererde und zuletzt Ammoniak, also eben so, wie bei den stärkeren Mineralsäuren.

§. 241. Von der Auflösung des Eisens in Citronensäure und dessen Fällung aus derselben.

Gewöhnlicher abgeklärter Citronensaft löst Eisen sehr leicht und ohne äußere Wärme, mit Entwickelung von brennbarer Luft, auf. In der Digerirhitze geschah der Angriff weit stärker; die Auflösung ward mehr dunkelgelbbraun, bekam einen zusammenziehenden Geschmack, blieb einige Wochen lang hell und setzte keinen Ocker ab, allein nach längerer Zeit trübte sie sich auch in einem verschloßnen Gefäß, ward schwarz und dick, ohne jedoch einen Bodensatz zu geben. Diese Auflösung mag in medicinischer Rücksicht eben so anwendbar seyn, als die vielen Eisenauflösungen in sauren Weinen und in Pflanzensäuren *).

Reingefeiltes Eisen, welches ich in diese Säuren stellte, um es zu beizen, bekam eine matte silberweiße Oberfläche, allein die härteren und weicheren Ränder des Eisens wollten nicht hervortreten. Durch einen Zusatz von Vitriolsäure ward das Eisen zwar stärker gebeizt, allein es erhielt eine dunklere ganz gleichartige Farbe. Als ich die Citronensäure mit dem fünften Theil Scheidewasser versetzte, ward das Eisen in der Digestionswärme schon in $\frac{1}{2}$ Stunde ganz weiß und blank gebeizt, die härteren Stellen traten mit einer etwas dunkleren Farbe hervor, auch kamen einige undichte Stellen zum Vor-

*) Vauquelin erhielt aus der braunen Auflösung des Eisens in Citronensäure durch langsames Verdunsten kleine Krystalle von citronensaurem Eisen; durch Abdampfen ward sie schwarz wie Tinte und ließ eine in der Wärme zähe und beim Erkalten brüchige Masse zurück, welche wahrscheinlich basisches citronensaures Eisenoxyd mit citronensaurem Oxyd war. Das citronensaure Eisen löst sich im Wasser sehr leicht auf.

Vorschein. Zu Etzwasser für damascirte Arbeit kann also ein Zusatz von dieser Säure zur Salpetersäure sehr nützlich seyn.

Die ersten Tropfen kaustisches Alkali bewirkten in der Auflösung des Eisens in Citronensaft einen schwarzgrünen Niederschlag, der bei einem stärkeren Zusatz nicht allein nicht mehr erfolgen wollte, sondern sich sogar zu vermindern schien. Gewöhnliche Pottaschenlauge gab keinen entschiedenen Niederschlag, sondern die Auflösung ward nur trübe und schwarz, ich mogte viel oder wenig Alkali anwenden. Als die mit überschüssigem Alkali versetzte Flüssigkeit bis zur Trockniß abgedampft ward, erhielt ich eine schwarze harte Masse, die sich ohne Rückstand mit einer schwarzen Farbe im Wasser auflöste. Durch wiederholtes Abdampfen und Auflösen setzte sich beim letzten Abdampfen eine öl- oder seifenartige Masse an den Wänden des Gefäßes, welche auf dem Filtro gesammelt ward und beim Verblasen vor dem Löthrohr einen gelben Rost gab, der sehr schwach vom Magnet gezogen ward. Die übrigen Bestandtheile jener Masse waren ohne Zweifel Oel und Schleim aus dem Citronensaft, welche sowohl in diesem Fall, als auch bei andern nicht gehörig gereinigten Pflanzensäften, einen reinen Niederschlag erschweren. Hieraus läßt sich auch Brandt's Versuch (§. 240.) erklären. Alle Niederschlagungsmittel wirken übrigens wie bei der Weinsteinsäure (§. 238.), nur daß der mehr oder weniger gereinigte Zustand der Citronensäure dabei berücksichtiget werden muß.

§. 242. Von der Auflösung des Eisens in Holzessig und der Fällung daraus.

Um diese Säure zu erhalten, destillirte ich 40 Loth trockne Späne von Birkenholz aus einem eisernen, mit einem Helm und einer gläsernen Vorlage versehenen

Kol-

Kolben. Schon bei der ersten gelinden Wärme ging ein saures Wasser in Tropfen über, und bei einem stärkern Hitzgrad füllte sich die Vorlage mit Rauch an, welcher sich mit ziſchendem Geräusch durch ein Loch in der Verkittung zu drängen suchte; zuletzt fing das Oel an überzugehen, welches auch auf der äußern Fläche der Vorlage herabrann, indem es sich zugleich mit dem Rauch durch die Fugen drängte. Der Kolben ward drei Stunden lang in dieser Temperatur erhalten, ohne zu glühen, und sobald sich keine Tropfen mehr zeigten, ließ ich ihn erkalten. Die Späne waren durchaus verkohlt und wogen nur noch $8\frac{3}{4}$ Loth. Das Oel und das braune Wasser in der Vorlage wurden durch einen Scheidetrichter separirt, und das ganze Produkt der Destillation bestand nun aus $8\frac{3}{4}$ Loth Kohle, 4 Loth Oel und 9 Loth saurem Wasser, so daß $18\frac{1}{4}$ Loth Oel und Wasser durch den Rauch, welcher sich nicht verdichten lassen wollte, verloren gegangen sind. Bei einer größeren Vorlage würde der Verlust wohl nicht so groß gewesen seyn.

Obgleich das saure Wasser noch nicht ganz rein von allen öligten Theilen war, so versuchte ich doch die Wirkung desselben auf Eisen, und stellte bei einer schwachen Digestionswärme einige kleine mit Glühspan bedeckte Bleche hinein. Als ich sie heraus nahm, waren sie ganz rein und blank, und aller Glühspan war so rein abgebeizt, daß ich sie nur durch Abwaschen mit Wasser reinigen durfte. Als ich sie mit etwas feinem Sand abrieb (welches bei den zum Verzinnen bestimmten Blechen immer geschieht), wurden sie noch blanker.

Die Birkenholzsäure ward durch eine neue Destillation aus einer gläsernen Retorte rectificirt und von dem theerartigen Oel völlig gereinigt, wodurch sie ganz klar, gelblichbraun und sehr sauer ward, aber noch immer einen branstigen Geruch nach Rauch behielt.

Die-

Diese rectificirte Säure löste Eisenfeilspäne schon in der Kälte ziemlich stark und in der Wärme sogar sehr bedeutend auf, wobei ein Ocker oder Rost obenauf schwamm. Beim Filtriren verlor die Auflösung ihre Klarheit, ward trübe und undurchsichtig, färbte sich bläulich und setzte nach 24 Stunden sowohl auf der Oberfläche, als auch an den Wänden des Gefäßes vielen Ocker ab, wodurch sie wieder durchsichtig und olivenfarbig ward, sich aber nach einigen Monaten röthlichbraun färbte, ohne nachher eine Rosthaut weiter abzusetzen *). Kaustisches Alkali schlug einen röthlichbraunen Ocker nieder, der das Ansehen von trocknem Blut hatte. Gewöhnliche Pottaschenlauge bewirkte zwar zuerst einen Niederschlag, der sich aber durch die Luftsäure bald wieder auflöste. Blutlauge gab Berlinerblau, welches sich aber kaum zu Boden setzen wollte. Ein Stück weißes Baumwollenzeug, welches in dieser Auflösung gebeizt und dann in Gallapfeldekokt mit gewöhnlichem Essig getaucht ward, färbte sich ganz schwarz. Diese Eisenauflösung scheint also für Färbereien, vorzüglich zum Schwarzfärben der Lederwaaren, wegen der bei sich führenden ölartigen und balsamischen Theile, welche die Waaren nicht so leicht spröde machen, welches man bei der Anwendung von Vitriol befürchten muß, sehr brauchbar zu seyn. Beim Beizen des Eisens leistet diese Säure vortrefliche Dienste, auch ist sie nicht so theuer, als die gewöhnliche Kornbeize, nur muß man die Theeröfen zu ihrer Gewinnung zweckmäßig einrichten (§. 15, 1, c.). Der Nutzen dieser Säure zu den rothen Anstrichen des Holzwerks ist allgemein bekannt.

§. 243.

*) Vergl. Anmerk. zu §. 240. Die Veränderung konnte nur so lange statt finden, als noch nicht alles Oxydul in Oxyd verwandelt war.

§. 243. Von der Auflösung des Eisens in Ameisensäure und dessen Fällung aus derselben.

Afzelius hat die Gewinnung dieser Säure aus den rothen Ameisen gezeigt. Man sammelt sie im July in kaltem, tödtet sie in heißem Wasser, welches man filtrirt, destillirt und rectificirt, wobei die Ameisensäure als eine sehr scharfe Säure mit brauner Farbe in der Retorte zurückbleibt. Die beim Destilliren übergehende Säure ist etwas schwächer, aber klar und farbenlos.

In der stärkern Säure löste sich Eisenfeilspan ohne äußere Wärme mit Aufschäumen und mit Entwicklung von brennbarer Luft auf. Die überdestillirte Säure gab mit Eisen eine klare und farbenlose Auflösung, die vom Eisen etwas süßlich und zusammenziehend schmeckte, und mit der Zeit auf der Oberfläche eine Ockerhaut absetzte, welche beim Umschütteln zugleich mit einem schwefelgelben Ocker zu Boden fiel. Jene Rosthaut zeigte sich auch dann, wenn die Auflösung ohne äußere Wärme in einem verschloßnen Gefäß geschah *).

Die drei Alkalien und der Liquor vini probatorius schlugen das Eisen zuerst mit einer weißen Farbe nieder, welche sich bald grün und dann gelb färbte. Gegen die übrigen Niederschlagungsmittel verhielt sich diese Säure eben so wie der Essig (§. 240.). Außer dem Essig, der Boraxsäure und der Luftsäure, scheiden alle übrigen Säuren das Eisen von der Ameisensäure ab, und zwar in aufsteigender Ordnung zuerst die Citronensäure, dann die Flußspathsäure, die Sauerkleesäure, die Phosphorsäure und dann die Mineralsäuren nach der oft angegebenen Folgeordnung. Bei allen diesen Verwandtschaftsstufen wird das Eisen in metallischer Gestalt angenommen, denn außer daß die Säuren zum verkalkten Eisen

*) Die neutralen Verbindungen der Ameisensäure mit dem Eisenoxydul und mit dem Oxyd und das basische Oxydsalz, welches Afzelius offenbar erhalten hat, sind noch gänzlich unbekannt.

sen eben keine große Neigung äußern, kann es wohl seyn, daß sie dabei eine andere Ordnung in der Anziehung befolgen.

§. 244. Von der Auflösung des Eisens in Phosphorsäure und dessen Fällung aus derselben.

Nach Gahn's Vorschrift bereitet man diese Säure aus Knochenasche, durch Auflösen derselben in Salpetersäure, durch Abscheiden der Kalkerde mit Vitriolsäure und durch Verflüchtigen der Salpetersäure in starker Hitze. Diese Säure giebt durch Destillation mit Kohlenstaub eben solchen Phosphor, als man aus dem Urin darstellt.

Als ich Eisenfeile in die flüssige Säure vor dem Verdampfen der Salpetersäure brachte, entwickelte sich die letzte in rothen Dämpfen. Die Luft, welche beim Auflösen des Eisens in gereinigter Phosphorsäure in der Wärme entbunden ward, ließ sich entzünden und brannte mit einer grünlichen Flamme, wie Phosphor. War die Säure sehr koncentrirt, so setzte sich beim Erkalten sehr viel weißes Salz ab, welches aus phosphorsaurem Eisen bestand und nicht zu Krystallen anschießen konnte, weil es an Wasser fehlte. Daß die Krystallisation sonst erfolgt, hat Marggraf gezeigt *), auch vergleiche man §. 233, k. Auch aus der zurückgebliebenen klaren Auflösung erhält man durch langsames Abdunsten kleine grünliche Krystalle; durch schnelles Verdampfen wird aber

*) Das phosphorsaure Eisen scheint nämlich einen Ueberschuß von Säure aufzunehmen, und mit derselben eine krystallisirbare und auflösliche Verbindung (saures phosphorsaures Eisen) zu bilden. Auch in allen anderen Säuren löst sich das phosphorsaure Eisen auf, wird aber durch Alkalien, bei starker Verdünnung mit Wasser, daraus unverändert niedergeschlagen. Die starke Verdünnung mit Wasser scheint nothwendig zu seyn, weil sich sonst vierfache leichtauflösliche Salze bilden und kein Niederschlag von phosphorsaurem Eisen erhalten wird. Das kohlensaure Eisen bietet eine ähnliche merkwürdige Erscheinung dar.

aber alles zu einer braunen, dicken und zähen, und zuletzt zu einer weißen, harten, im Waſſer auflöslichen Maſſe. Der weiße Kalk, der ſich von ſelbſt niederſchlägt, und welcher gewöhnlich ein etwas grünliches Anſehen zu haben pflegt (welches auch bei dem unaufgelöſt zurückbleibenden Eiſenfeilſpan der Fall iſt), ſchmelzt vor dem Löthrohr ſehr leicht zu einer ſchwarzen Glasperle, die der Magnet nur wenig anzieht. Die Farbe war in der Glühhitze nicht beſtändig, und rührte alſo von einem gewiſſen Grad der Dephlogiſtiſirung des Eiſens durch die Säure her *).

Pottaſche oder weißer Fluß ſchlugen das Eiſen mit einer rothen Farbe nieder, die beim gelinden Glühen ein recht hochrothes ſchönes Anſehen erhielt. Ammoniak bewirkte zuerſt einen milchweißen Niederſchlag, der aber nach dem Auslaugen mit Waſſer grün und zuletzt roſtfarbig ward. Mineralalkali verhielt ſich eben ſo. Ich muß indeß bemerken, daß der erſte Niederſchlag aus einer Auflöſung in Phosphorſäure, von welcher die Salpeterſäure noch nicht abgedampft war, erhalten ward. — Mikrokosmiſches Salz bewirkte einen weißen Nie-

*) Die phosphorſauren Eiſenverbindungen, welche man am leichteſten durch Zerſetzung ſchwefel- oder ſalzſaurer Eiſenſalze mit neutralen phosphorſauren Alkalien erhält, verhalten ſich auf folgende Art. Das phosphorſaure Eiſenoxydul (welches nach der Berechnung 45,75 Säure und 54,25 Oxydul enthält) bildet ein blaues im Waſſer unauflösliches Pulver, welches ſich an der Luft durchaus nicht verändert, von allen Säuren aber leicht aufgelöſt wird. Klaproth hat dieſe Verbindung im natürlichen Berlinerblau, welches ein dreifaches Salz aus Säure, Oxyd und Oxydul zu ſeyn ſcheint, gefunden. Das phosphorſaure Eiſenoxyd (nach der Berechnung aus 53,4 Säure und 46,6 Oxyd) iſt ein weißes im Waſſer faſt unauflösliches Pulver (es erfordert 1500 Theile), welches ſich ebenfalls in allen Säuren leicht auflöſt, weshalb die genaueſte Neutraliſirung der Auflöſung, in welcher es aufgefunden werden ſoll, nothwendig iſt. Ueberſättigt man die Auflöſung aber mit Alkali, ſo entſteht ein röthlichbrauner Niederſchlag, der in Säuren und im Waſſer kaum auflöslich und baſiſches phosphorſaures Eiſenoxyd iſt, welches die merkwürdige Eigenſchaft beſitzt, ſich im Eyweiß mit einer röthlichen Farbe aufzulöſen.

Niederschlag, der die Farbe nicht änderte, und welcher wahrscheinlich aus einem dreifachen Salz bestand (§. 230, 7, b.). Uebrigens verhält sich die Phosphorsäure zu den Erden und Alkalien eben so wie die Weinsteinsäure, und in Rücksicht der Verwandtschaft zum Eisen folgt sie unmittelbar hinter der Arsenikſäure, woraus sich auch die Folgeordnung der Niederschlagungsmittel beurtheilen läßt.

Um die Wirkung dieser Säure als Beiz- und Ezmittel kennen zu lernen, stellte ich ein kleines Stück rein gefeiltes Eisen mit einem Ende in die Säure und brachte diese in die Wärme. Nach 24 Stunden war das Eisen ziemlich gebeizt, und die weicheren und härteren Stellen traten mit lichteren und dunkleren Rändern recht deutlich hervor, auch zeigten sich die vorher verborgen gewesenen undichten Stellen als schwarze Ritzen. Marggraf, der diese Säure aus dem schmelzbaren Urinsalz bereitete, beschreibt das Verhalten derselben zum Eisen auf dem nassen und trocknen Wege. S. 89 und 91. seiner chemischen Schriften.

Außer den angeführten beiden mineralischen Säuren, der Ameisen- und der Phosphorsäure, löst sich das Eisen bekanntlich auch in saurer Milch (§. 150.) so stark auf, daß dieselbe durch Adstringentien schwarz gefärbt wird. Man bedient sich einer solchen Auflösung des Eisenrostes in saurer Milch zum Schwarzfärben des Leders, weil sie mit Adstringentien eine eben so gute schwarze Farbe, als die Auflösung des Eisens in anderen Säuren hervorbringt, und weil sie das Leder zugleich weich erhält, wogegen vorzüglich der Vitriol, wenn man nicht gleich etwas Oel hinzusetzt, das Leder gern spröde macht. Die Milchsäure wird in Zukunft um so merkwürdiger werden, als Scheele die Methode gezeigt hat, sie rein darzustellen. Nach seinen Versuchen soll sie das Eisen mit einer braunen Farbe auf-

auflösen und dabei brennbare Luft geben *) (Abhandlungen der Schwedischen Akademie für 1780). Das Verhalten der Fettsäure des Herrn v. Crell zum Eisen habe ich noch nicht untersuchen können **).

§. 245. Von der Auflösung des Eisens in Boraxsäure und dessen Fällung aus derselben.

Die Boraxsäure löst das Eisen in der Digestionswärme ebenfalls etwas auf, das Eisen schlägt sich aber beim Zutritt der Luft daraus von selbst als ein gelblich-

ros

*) Die Verbindungen der Milchsäure und der Milchzuckersäure mit dem Eisenoxydul und mit dem Eisenoxyd sind noch unbekannt.

**) Berzelius hat bewiesen, daß die Fettsäure und die Benzösäure identisch sind, und die Benzösäure zugleich als ein Scheidungsmittel des Eisens vom Mangan angewendet (Gehlens Journ. II. 275-286.), weil das benzösaure Eisenoxyd höchst schwerauflöslich ist, das benzösaure Mangan sich aber leicht auflöst. Das benzösaure Eisenoxydul ist leichter auflöslich, hat eine lichte grunlichgelbe Farbe, die nach und nach in die fleischrothe übergeht, welches die Farbe des benzösauren Oxyds ist. Beide Verbindungen lösen sich in allen Säuren sehr leicht auf, weshalb die zu zersetzenden Eisenauflösungen das Eisen im Zustand des Oxyds enthalten und völlig gesättigt seyn müssen. Nach meinen Versuchen sind in 100 benzösaurem Eisenoxyd genau 24 Oxyd und 76 Säure.

Ganz ähnlich ist das Verhalten der Bernsteinsäure, welche Gehlen zuerst als Scheidungsmittel des Eisens vom Mangan vorschlug; ein Vorschlag, der wegen der vollkommenen Erreichung jenes Zweckes bald allgemein angewendet und von Bucholz (Gehlens Neues Journ. d. Chem. II. 515-531.) näher geprüft ward. Da das bernsteinsaure Eisenoxyd schon durch siedendes Wasser zerlegt wird, so muß nicht allein das Aufkochen der Flüssigkeit vermieden, sondern die Flüssigkeit darf auch nicht anders, als höchstens lauwarm zerlegt und der Niederschlag nicht mit heißem, sondern mit kaltem Wasser ausgesüßt werden. Das aufgelöste bernsteinsaure Eisenoxydul ist weingelb und wird nach und nach an der Luft dunkler, wobei sich ein dunkelrother Niederschlag absondert, welcher theils basisches, theils neutrales bernsteinsaures Eisenoxyd ist. Dieses bildet einen stark aufgequollenen braunrothen Niederschlag, der nach dem Trocknen ein ziegelrothes Pulver giebt. Nach Bucholz enthält es 38,5 bis 39 Procent Oxyd. Wiederholte Versuche gaben mir das Verhältniß der Säure zum Oxyd genau wie 40 zu 60.

rother Ocker wieder nieder, entweder weil die Säure zu schwach ist, es aufgelöst zu halten, oder weil die entstandene Verbindung so schwer auflöslich ist, daß sie zu Boden fällt. Beim Auflösen entwickelt sich brennbare Luft. Das wenige Eisen, was aufgelöst bleibt, wird durch Pottasche als ein ganz weißes Pulver niedergeschlagen, welches seine Farbe behält und etwas vom Magnet gezogen wird. Wahrscheinlich rührt dieser Niederschlag aber von den erdartigen Bestandtheilen der Pottasche her, denn andere Alkalien geben ein rostfarbenes Präcipitat. Der braune Eisenocker, welcher sich aus dem Essig niederschlägt, löst sich etwas stärker mit einer gelben Farbe auf und wird durch Alkalien rostfarbig niedergeschlagen. Außer der Luftsäure entziehen alle anderen Säuren der Boraxsäure das Eisen, und die Alkalien und Erden befolgen beim Niederschlagen dieselbe Ordnung, wie bei der Weinsteinsäure.

Wenn man Borax in Wasser auflöst, das überschüssige Alkali mit Boraxsäure sättigt (wozu mehr als gleiche Theile Säure *) im Verhältniß mit dem Gewicht des Borax gehören) und die neutralisirte Boraxauflösung mit eben so viel im Wasser aufgelösten Eisenvitriol vermischt, so erfolgt eine doppelte Zersetzung, indem die Boraxsäure, in Verbindung mit dem Eisen, als ein schwerauflösliches Salz niederfällt, und die Vitriolsäure mit dem Mineralalkali Glaubersalz bildet, welches im Wasser aufgelöst bleibt. Auf diese Weise läßt sich die Verbindung der Boraxsäure mit Eisen (und auch mit anderen Metallen) am leichtesten darstellen, wie Bergman sehr gründlich gezeigt hat **).

§. 246.

*) 100 Theile Borax erfordern 103 Säure zur völligen Neutralisirung.

**) Das boraxsaure Eisenoxydul ist ziemlich schwerauflöslich und giebt ein grünlichweißes Pulver, welches sich an der Luft nicht ver-

§. 246. Von der Auflösung des Eisens in Sauerkleesäure und dessen Fällung aus derselben.

Das Sauerkleesalz ist ein wesentliches saures Pflanzensalz aus dem Sauerklee, welches aus einer eigenthümlichen Säure und etwas Pflanzenalkali besteht. Wegen dieses Alkaligehalts und wegen der schleimigen Theile wirkt das Sauerkleesalz gar nicht merklich auf das Eisen. Um die Säure aus diesem Salz darzustellen, wendet man die von Scheele angegebene Methode an. Das Sauerkleesalz wird in heißem Wasser aufgelöst, die überschüssige Säure mit Ammoniak gesättiget und die Auflösung mit salpetersaurer Schwererde zersetzt, wobei sich sauerkleesaure Schwererde bildet, welche als höchst schwerauflöslich zu Boden fällt. Die darüber stehende Flüssigkeit (welche eine Verbindung der Salpetersäure mit den Alkalien ist) wird abgegossen, und der weiße Niederschlag oft mit heißem Wasser ausgesüßt, dann mit etwas kaltem Wasser und zuletzt mit starkem Vitriolspiritus übergossen, welcher die Schwererde der Sauerkleesäure entzieht. Die letztere verbindet sich mit dem Wasser und bildet eine saure und klare Flüssigkeit, welche von Vitriolsäure ganz rein seyn muß, wovon man sich überzeugt, wenn sie durch Sättigung mit Alkali und durch Schmelzen der entstandenen Verbindung vor dem Löthrohr auf Holzkohle keinen Schwefellebergeruch verbreitet. In einer so zubereiteten Sauerkleesäure löste sich Eisenfeilspan schon ohne äußere Wärme merklich und mit Entwickelung klei-

verändert. Im Wasser aufgelöst sondert sich aber nach und nach ein gelblichrother Niederschlag (basisches boraxsaures Oxyd) und zugleich ein braunes Pulver, boraxsaures Eisenoxyd, ab, welches letztere vollkommen unauflöslich im Wasser, aber leichtauflöslich in Säuren ist. Ein Tropfen von einer neutralen Eisenoxydauflösung mit 2000 Theilen Wasser verdünnt, wird durch neutrales boraxsaures Natron sogleich durch den entstehenden flockigen braunrothen Niederschlag angezeigt.

kleiner Bläschen auf *). Die Auflösung ward aber bald milchweiß und setzte ein weißes Pulver ab; nach 24 Stunden war die Säure völlig gesättigt und hatte einen schwachen zusammenziehenden Eisengeschmack. Das weiße Pulver, welches durch Filtriren abgeschieden ward, hatte eben das Ansehen, als das Pulver aus der Auflösung des Eisens in Weinsteinsäure; es ward nach dem Trocknen gelb und nach dem Zerpulvern fiel die Farbe ins Graue; vor dem Löthrohr ward es schwarz und vom Magnet gezogen. — Aus der abfiltrirten klaren Auflösung ward das Eisen durch Alkalien zuerst weiß niedergeschlagen, färbte sich aber sogleich grün, und nahm dann erst auf der Oberfläche und später durch und durch die gewöhnliche Rostfarbe an. So lange die Säure ganz genau mit dem Pflanzenalkali gesättigt war, blieb die Auflösung klar; wenn aber etwas überschüssige Sauerkleesäure zugesetzt ward, trübte sie sich augenblicklich und es entstand Sauerkleesalz.

Das Verhalten folgender Eisensorten mit dieser Säure in der Digestionswärme stimmte sowohl in Rücksicht der Quantitäten, als auch der übrigen Erscheinungen, mit dem Verhalten mit den übrigen Säuren überein. Es verlor nämlich:

das graue gaare Roheisen 10 Procent,
das kaltbrüchige Stabeisen 14 Procent,
das harte umgeschmolzene Roheisen 4 Procent.

Die Luft, welche sich beim Auflösen entwickelte, war brennbare Luft, die mit etwas gewöhnlicher im Auflösungsgefäß befindlich gewesener Luft vermengt war, weshalb sie auch mit einem Knall abbrannte. Die Auflösung hielt sich in einem verschloßnen, aber nicht ganz angefüllten Gefäß lange klar, setzte aber mit der Zeit fast

*) Vergl. §. 239, indem die Identität der Kleesäure mit der Zuckersäure jetzt entschieden ist.

fast alles Eisen als einen rothen Ocker ab. — Die Sauerkleesäure folgt in Rücksicht der Anziehung zum Eisen unmittelbar nach der Phosphorsäure, übrigens verhält sie sich zu den Erden und Alkalien eben so wie die Weinsteinsäure, indem sie am stärksten mit der Kalkerde verwandt ist, dann folgen die Schwererde, die Bittererde und endlich die Alkalien.

Wenn man Sauerkleesalz in der Wärme im Wasser auflöst und eben so viel Eisenvitriol zusetzt, so schlägt sich bald ein aus Eisen und Sauerkleesäure bestehendes Salz nieder, welches beim gelinden Trocknen eine eben so schöne citronengelbe Farbe annimmt und sich auch eben so verhält, als der Niederschlag des Eisenvitriols mit Zuckersäure (§. 223, 2, a.). Einige Chemiker halten die Zuckersäure und die Sauerkleesäure für identisch, welches aber noch nicht ganz erwiesen zu seyn scheint; wenigstens fand in diesem Fall eine Zersetzung durch doppelte Wahlverwandtschaft statt *).

§. 247. Vom Verhalten des Eisens mit der Molybdänsäure.

Das großschuppige Wasserblei von Bitsberg in Tuna und von der Kupfergrube Märzhütte im Linder Kirchspiel besteht, wie Scheele zuerst (Abhandlungen der Schwedischen Akademie f. 1778) gezeigt hat, aus einer eigenthümlichen im Wasser auflöslichen Erde, oder aus einer

*) Die Verbindungen der Aepfelsäure, der Korksäure und der Honigsteinsäure mit dem Eisenoxydul und Oxyd sind nur dem Namen nach bekannt. Die letzteren machen mit dem Oxyd gelbliche Verbindungen, und die erstere giebt mit dem Eisen eine unkrystallisirbare braune Auflösung. Des Verhaltens des Eisens mit der sogenannten Hydrothionsäure ist schon §. 223. B., mit Gallusäure §§. 186. 187. und mit Blausäure §. 202. erwähnt, und ich bemerke hier nur noch, daß das blausaure Eisenoxyd (welches immer ein dreifaches Salz ist und blausaures Oxydul enthält) durch hepatisches Gas (und durch Eisenfeile selbst) in blausaures Oxydul verwandelt wird.

einer erdartigen Säure, die mit Schwefel mineralisirt ist. Nach ihm haben mehrere Mineralogen, besonders Quist, dies sonderbare Fossil untersucht, ohne die eigentlichen Bestandtheile desselben ausmitteln zu können. Scheele nennt es Molybdän oder Wasserblei, zum Unterschied vom Reißblei oder Graphit, mit dem es häufig verwechselt wird. Den einen Bestandtheil des ersten Fossils, nämlich die auflösliche Erde, nennt er Molibdänsäure, weil sie sich wie eine Säure verhält. Scheele hat das Verhalten dieser Säure auf dem nassen und trocknen Wege, und auch mit den Feilspänen der unedlen Metalle genau angegeben.

Nach Scheele's Angabe wurden die weißen Blumen, welche sich beim Kalciniren des Molybdän im Scherben sublimirt hatten, in Wasser gekocht, welches zur Beförderung der Auflösung mit etwas Alkali versetzt worden war. In diese Auflösung, welche wirklich aus Molybdän bestand, brachte ich eine Menge Eisenfeilspan, der durch Kochen zu einem gelben Ocker zerfressen ward, ohne sich bedeutend aufzulösen. Die Stelle, auf welcher das Eisen im Auflösungsgefäß gelegen hatte, war blau gefärbt. Als ich von Neuem Eisen in die Auflösung brachte und etwas Salzsäure hinein tröpfelte, erhielt ich eine schöne hellblaue Farbe, die als blaue Tinte sehr anwendbar seyn würde, wenn sie sich nicht in kurzer Zeit grün trübte. Als ich die Auflösung auf blankes Eisen strich, ward sie sogleich blau, und ließ blau-, grün- und rothgefärbte Flecken auf dem Eisen zurück, wovon die grüne Farbe die schönste war. — Auch wenn die Molybdänsäure ganz allein und ohne Zusatz in reinem Wasser aufgekocht ward, entstand eine obgleich schwächere blaue Farbe, sobald Eisenfeilspan hinzugesetzt ward. Durch einen Zusatz von Salpetersäure verschwand die Farbe nach einigen Tagen *).

Am

*) Genauer sind die Verbindungen der Molybdänsäure mit dem Eisenoxydul und dem Oxyd noch nicht bekannt.

Am leichteſten bereitet man die Molybdänſäure nach Scheele's Anweiſung, wenn man fein zerpulvertes Molybdän in einen Scherben legt, ihn mit einem zweiten Scherben, deſſen Boden durchbohrt und mit einer kurzen thönernen Röhre verſehen iſt, bedeckt, gut verklebt und dann glühen läßt, wobei die Schwefelſäure entweicht und die Molybdänſäure zurückbleibt. Zu ſtarke oder zu langſame Hitze muß man vermeiden, weil die Säure ſonſt am Scherben feſtſchmelzt. Den Grund, warum man dieſe Säure für eine metalliſche halten kann, habe ich §. 178, 2. angeführt.

§. 248. Vom Verhalten des Eiſens mit der Schwerſteinſäure, und allgemeine Bemerkungen über die Auflöſung des Eiſens in Säuren.

Den ſogenannten Schwerſtein hat man lange im Verdacht gehabt, daß er eine metalliſche Erde enthalte, weil er oft mehr als fünfmal ſo ſchwer als Waſſer, oder eben ſo ſchwer als das leichteſte bekannte Metall iſt. Dieſe bedeutende Schwere glaubte man anfänglich dem Eiſengehalt des Schwerſteins zuſchreiben zu müſſen; allein die von Cronſtedt (Abhandlung der Schwediſchen Akademie für 1751) und von mir (ebendaſ. für 1754) angeſtellten Reduktionsverſuche haben dieſen Vermuthungen nicht entſprochen. — Man erhielt nicht eher einen genaueren Aufſchluß über die Beſtandtheile dieſes Foſſils, als bis Scheele ſeine Verſuche bekannt machte (Abhandlung der Schwediſchen Akademie f. 1780), aus denen er bewies, daß der Schwerſtein aus einer eigenthümlichen mit Kalkerde verbundenen Säure beſtehe, und daß er nur zufällig etwas Eiſen und Kieſelerde enthalte. Das ſpecifiſche Gewicht dieſer Säure iſt viermal größer als das des Waſſers, und ſie führt daher den Namen Schwerſteinſäure mit vollem Recht.

Um

Um diese Säure darzustellen, braucht man den Schwerstein nur mit irgend einer Mineralsäure zu digeriren, indem sie alsdann als ein citronengelbes Pulver niederfällt, welches seine saure Natur auf alle Art zu erkennen giebt. Das Eisen wird von dieser Säure zwar unmittelbar nicht stark angegriffen, man mag es im reguliniſchen oder im verkalkten Zustande anwenden; allein wenn es vorher schon mit einer anderen Säure, z. B. mit Vitriolsäure, verbunden war, und man tröpfelt Schwersteinsäure in die Auflösung, so fällt das schwersteinsaure Eisen als ein weißes Pulver nieder. — Wenn man die Schwersteinsäure mit Salzsäure versetzt, und Eisen, Zinn oder Zink in die Flüssigkeit stellt, so bekommt sie eine blaue Farbe, welche die Schwersteinsäure auch allen Glasflüssen beim Schmelzen nach Bergman's Versuchen mittheilt. Dies Verhalten hat sie mit der Molybdänsäure gemein, sonst unterscheidet sie sich aber wesentlich von ihr.

Wegen der merkwürdigen färbenden Eigenschaft dieser Säure darf man sie wohl für metallisch (§. 178, 1-3.) halten und sich daraus auch die blaue Farbe mancher Schlacken, welche man zwar gewöhnlich dem Eisen zuschreibt, ohne daß man sie aber mit demselben hervorbringen kann, erklären. Daß sich diese färbende Eigenschaft noch in manchen Fällen nützlich erweisen wird, ist zu erwarten *).

Ich

*) Die Scheel-, Schwerstein- oder Wolframsäure kommt zwar mit Eisen- und Manganoxyd verbunden (als Wolfram) in der Natur vor, indeß sind ihre Verbindungen mit dem Eisenoxydul und Oxyd noch ganz unbekannt. Die blaue Farbe entsteht durch die Desoxydation der Säure durch das metallische Eisen, indem die Scheelsäure dadurch auf den ersten Oxydationsgrad, in welchem es blau ist, zurückgeführt wird.

Auch die Chromsäure kommt in der Natur in Verbindung mit Eisen vor. Chromsaure Alkalien machen mit neutralen Eisenoxydsalzen braune, mit Eisenoxydulsalzen grüne Niederschläge. Die ersteren scheinen chromsaures Eisenoxyd, die letzteren aber Chromoxydul zu seyn, indem die Säure durch das Eisenoxydul desoxydirt wird.

Ich habe bei der Darſtellung des Verhaltens des Eiſens mit den Säuren die Ordnung befolgt, welche Bergman in ſeinen Verwandtſchaftstafeln aufgeſtellt hat, nur daß ich vom Waſſer und von der Luftſäure, als den bekannteſten und gewöhnlichſten Auflöſungsmitteln, zuerſt redete. Um aber die Ordnung, welche die Säuren in Rückſicht ihrer Verwandtſchaft zum Eiſen befolgen, beſſer überſehen zu können, will ich ſie hier der Reihe nach aufführen, und die am entfernteſten verwandte zuerſt, ſo wie die am nächſten verwandte zuletzt nennen *).

1. Luftſäure.
2. Boraxſäure.
3. Eſſig.
4. Ameiſenſäure.
5. Citronenſäure.
6. Flußſpathſäure.
7. Sauerkleeſäure.
8. Phosphorſäure.
9. Arſenikſäure.
10. Salpeterſäure.
11. Salzſäure.
12. Vitriolſäure.
13. Weinſteinſäure.
14. Zuckerſäure.

Die Stellen, welche Molybdän und die Schwerſteinſäure, ferner die phlogiſtiſirte Vitriol- und Salpeterſäure und die dephlogiſtiſirte Salzſäure einnehmen, ſind noch nicht gehörig ausgemittelt. Außer dieſen Säuren können auch das Königswaſſer, die Fettſäure und die Milchſäure (§. 244.) das Eiſen angreifen.

Die

Das kolumb- oder tantalſaure Eiſen kommt auch in der Natur vor, und beſteht, nach Hatchett, aus 77,5 Säure und 21 Oxyd. Die Verbindungen dieſer Säure mit den Eiſenoxyden ſind indeß noch unbekannt.

*) Vergl. §. 224. Anm. 1. Noch jetzt iſt die Folgeordnung der Säuren in Rückſicht ihrer Verwandtſchaft zu den Baſen nicht genau beſtimmt. Daß ſie bei allen Baſen dieſelbe ſey, iſt nicht zu bezweifeln, nur unauflösliche Verbindungen werden die Ausnahmen machen. Vielleicht würde man mit dieſer Beſtimmung ſchon weiter ſeyn, wenn man ſich nicht durch die oft widerſprechenden Erſcheinungen bei der Anwendung künſtlicher Wärme hätte irre leiten laſſen, und das der Verwandtſchaftskraft zugeſchrieben hätte, was bloß die Wirkung der Wärme war, die den einen Stoff ganz oder theilweiſe außer Wirkſamkeit ſetzte.

Die speciellere Ausführung der Versuche über die Auflösung des Eisens in Säuren würde mich zu weit führen, weil es besonders unter den sauren Pflanzensäften sehr viele giebt, bei denen eine kleine Verschiedenheit statt finden kann, welches aber mehr ein Gegenstand der Pharmacie als der Metallurgie ist. Swedenborg hat in seinem Werk, de ferro, mehrere solche Auflösungen in Weinen, Säften und Früchten angeführt, auch findet man im Dict. des Arts, Artikel Eisen, Auskunft darüber. Folgende drei- oder vierfache eisenhaltige Salverbindungen sind nicht darunter aufgeführt, weshalb ich sie, nach Bergman's Angabe, hersetze.

a. Wenn man gleiche Theile völlig gesättigte Auflösungen des Eisens und des Queckſilbers in Essig zusammengießt, so schießen darin schneeartige Krystalle an, die aus einer Verbindung von Eisen und Queckſilber mit Essig bestehen. Dies sind Keidler's geheim gehaltene Pillen.

b. Wenn man zwei völlig gesättigte Auflösungen von Kali und Eisen in Weinsteinsäure zusammengießt, so erhält man ein dreifaches, schwarzes, im Wasser auflösliches und ganz unkrystallisirbares Salz, die sogenannten Stahlkugeln. — Mit dem Weinstein geben fast alle Metalle, wenn sie vorher aus einem anderen Auflösungsmittel niedergeschlagen worden sind, ein dreifaches Salz, aber nur die Verbindungen mit Queckſilber, Blei, Zinn und Wismuth schießen zu Krystallen an. — Nur das in Salzsäure, aber nicht das in Königswasser aufgelöste Eisen giebt ein dreifaches Salz, weil es in der Salpetersäure zu sehr dephlogistisirt wird.

c. Wenn man Scheidewasser mit Salmiak sättigt, so soll man rothe Krystalle oder den sogenannten Salzrubin erhalten. Dies ist aber nur dann der Fall, wenn das Scheidewasser Eisen enthält, und nach dem verschiedenen Eisengehalt werden die entstehenden kubi-

schen

schen Krystalle entweder orangegelb, oder nur in den Spitzen roth, oder durchaus roth gefärbt. Dies Salz besteht aus Eisen, Ammoniak, Salz- und Salpetersäure (§. 194.).

§. 249. Von der Auflösung des Eisens in Alkali.

1. Bei den Versuchen über das Sintern des Eisens (§. 214, 2.) haben wir schon gesehen, daß die gewöhnliche Pottasche, bei wiederholtem Zerfließen und Eintrocknen, in einem ganzen Jahr nicht allein gar nicht auf das Eisen wirkte, sondern es sogar gegen den Zutritt der Luft und gegen den Rost beschützte. Alkali kann also das Eisen auf dem nassen Wege unmittelbar nicht auflösen.

2. Das bekannteste Mittel, Eisen in Alkali aufzulösen, besteht darin, daß man zu einer nicht völlig gesättigten Auflösung des Eisens in Salpetersäure so viel starke alkalische Lauge gießt, daß sich das Eisen, welches zuerst niedergeschlagen wird, in dem überschüssigen Alkali wieder ganz klar und mit einer röthlichbraunen Farbe auflösen kann, wodurch man die bekannte Stahlische **Eisentinktur** (§. 230, 1, d.) erhält. Sobald aber die Luftsäure entweicht, durch welche die Auflösung mehrentheils bewirkt worden war, scheidet sich auch der größte Theil des Eisens in Ockergestalt wieder ab. Die zurückbleibende Flüssigkeit behält indeß eine klare röthlichbraune Farbe, welche noch auf einen Eisengehalt hindeutet.

3. **Marggraf** hat durch Versuche gezeigt, daß sich die verkalkten Niederschläge mehrerer Metalle, besonders des Goldes, des Silbers, des Zinks und des Wismuths, in Blutlauge auflösen. Mit den gefällten Eisenkalken wollte die Auflösung nicht gelingen. Wenn man aber eine klare nicht verdünnte Auflösung des Eisens in Scheidewasser nach und nach mit einer hinlänglichen

lichen Menge Blutlauge versetzt, und das Gefäß dabei häufig schüttelt, so löst sich alles Eisen zu einer schönen blauen Tinktur auf, die nach dem Verdünnen mit Wasser durchs Filtrum geht und ihre schöne hochblaue Farbe mehrere Wochen lang ohne allen Bodensatz behält. Man erhält auf diese Weise eine schöne blaue Tinte oder Wasserfarbe, die sich an der Luft und durch Säure nicht verändert, aber durch starke alkalische Laugen zerstört wird.

4. Um zu sehen, ob sich das Eisen vielleicht im zerfließenden Alkali, wenn es vorher mit demselben zusammengeschmolzen war, auflösen würde, vermengte ich 6 Theile weiße Pottasche mit 2 Kieselmehl und 1 Eisenrost, brachte das Gemenge in einen großen Tiegel und verstärkte die Hitze allmählig. Ungeachtet dieser Vorsicht schäumte das Gemenge zuerst hoch in die Höhe, und schmolz dann zu einem leberfarbenen Glase, welches ich zerpulverte und zum Zerfließen hinstellte. Gleich nach dem Erkalten ward es schon klebrig und zähe, und nach 3 Tagen war es zu einem dicken, olivenfarbenen Oel zerflossen, aus welchem sich ein schwarzes Pulver zu Boden gesetzt hatte. Nach dem Verdünnen mit Wasser entstand mit Blutlauge ein blauer Niederschlag; es hatte einen sonderbaren, süßen und ölartigen Geschmack, brauste mit Scheidewasser kaum, gelatinirte aber etwas und gab, nachdem etwas Säure zugesetzt war, mit Blutlauge einen sehr starken Niederschlag von Berlinerblau. Mit dem sogenannten Kalköl erstarrte diese eisenhaltige Kieselfeuchtigkeit augenblicklich und ward mit der Zeit immer härter. Salpetersaures Arsenik gab eine weiße Gerinnung, die aus Kiesel und Arsenik bestand; auch die Salpetersäure allein (aber nicht der Arsenik) bewirkte einen Niederschlag.

Mit der Zeit ward die Auflösung gelbbraun und klar, und setzte einen Theil Eisen als ein schwarzes Pulver ab; nach einem Jahr war sie in einem verschlossenen Gefäß

ganz

ganz eingetrocknet, und ich mußte die Flasche zerschlagen, um den glasartigen kolophoniumfarbenen Rückstand zu erhalten, der an der Luft zerfiel und mehr röthlich ward, vor dem Löthrohr wie Borax schäumte und dann zu einem grünlichschwarzen Glase schmolz. Durch Salpetersäure ward der Rückstand bloß entfärbt, indem dieselbe das Eisen auszog, die glasartige Gestalt aber unverändert ließ; auch das Wasser hatte nach wiederholtem Kochen keine andere Wirkung auf diesen Rückstand, als daß sich ein wenig weiße Kieselerde absetzte, die nach und nach rostfarbig ward.

5. Das Verpuffen mit Salpeter schien ein gutes Mittel zu seyn, das Eisen mit Alkali zu verbinden. Der Rückstand vom Verpuffen löste sich im Wasser mit einer grünen oder rosenrothen Farbe auf, ward aber bald gelb und das Eisen schied sich nach und nach als Ocker ab, so daß keine Auflösung (es sey denn durch Luftsäure, oder durch rückständig gewesene phlogistisirte Salpetersäure), sondern nur eine äußerst feine mechanische Zertheilung statt fand, welches auch vielleicht bei anderen Auflösungen des Eisens im Alkali der Fall seyn mag. Bergman bemerkt in seinen Anmerkungen zu Scheffers chemischen Vorlesungen, daß ihm keine andere Auflösung des Eisens in kaustischer Lauge, als die des mit Galläpfeln erhaltenen Niederschlags gelungen sey; wir kennen aber die Eigenschaften der Galläpfel noch zu wenig, und es ist leicht möglich, daß bei allen Auflösungen in Alkalien noch ein dritter vermittelnder Körper wirksam ist, wenigstens ist dies der Fall bei der

6. Glasgalle, die man zwar gewöhnlich für ein alkalisches Salz hält, welche aber immer mit fremden Substanzen, vorzüglich mit vitriolisirtem Weinstein, verunreiniget ist, der beim Zutritt von Kohlenstaub eine Art von Schwefelleber macht. Wendet man solche Glasgalle zu den Eisenerzproben an, so wird das Eisen

zu

zu einer schwarzen Schlacke oder Salzmasse; mit dieser Farbe löst es sich auch in Kochsalz auf, welches man gewöhnlich zu den Eisenproben anwendet. Jene Salzmasse ist im Wasser auflöslich, und aus der mit Salpetersäure versetzten Auflösung läßt sich das Eisen als Berlinerblau niederschlagen, wobei sich aber beständig ein stinkender Schwefellebergeruch entwickelt. Dies geschieht auch beim Zusammenschmelzen der Hammerschlacke oder des Roheisens mit solcher Glasgalle, obgleich das Berlinerblau nicht immer zum Vorschein kommt. — Bei einer so starken Hitze, als zu den Eisenproben nöthig ist, verliert das obenliegende Kochsalz oft den größten Theil seiner Säure, wird alkalisch und bekommt eine röthliche Farbe, welche vom aufgelösten Eisen herzurühren scheint. Die Verbindung ist aber so unvollkommen, daß der Eisenocker rein zurückbleibt, wenn man das Salz im Wasser auflöst.

7. Schwefelleber (aus gleichen Theilen Schwefel und Pottasche) ward mit eben so viel Eisenbrocken vor dem Gebläse geschmolzen. In 10 Minuten war alles flüssig und das Eisen zu einer schwarzen Schlacke aufgelöst, welche mit Wasser gekocht eine ganz klare farbenlose Auflösung gab, die vitriolisirten Weinstein und etwas Eisen enthielt, welches letztere durch Salpetersäure niedergeschlagen ward. Das Alkali allein konnte diese Auflösung des Eisens indeß nicht bewirkt haben, sondern die Erscheinungen bewiesen, daß bei allen Auflösungen des Alkali in Eisen noch ein dritter Körper wirksam ist, womit auch Bergman übereinstimmt.

8. Daß reine alkalische Salze das metallische Eisen, oder das Eisen, welches Phlogiston aufzunehmen Gelegenheit hat, auch auf trocknem Wege nicht auflösen, beweist die tägliche Erfahrung beim Probiren

der

der Eisenerze mit alkalischen Flüssen, obgleich sich gerade hier die beste Gelegenheit zur Auflösung finden würde.

9. Auch das reine Ammoniak löst das Eisen oder die Eisenkalke nicht auf; und das im flüchtigen Alkali aufgelöste Kupfer läßt sich daher durch Eisen nicht niederschlagen. Versetzt man aber eine Auflösung des Eisens in Scheidewasser mit einer größeren Quantität kaustischem Salmiakgeist, als zum Niederschlag nöthig ist, so geht es eben so als mit den feuerbeständigen Alkalien. Das Eisen löst sich nämlich mit einer röthlichgelben Farbe auf. An der Luft verflüchtigt sich das überschüssige Ammoniak sehr bald, das mit Salpetersäure verbundene flüchtige Alkali legt sich als flammender Salpeter an den Wänden des Gefäßes an, und das Eisen fällt als ein ganz feiner röthlichbrauner Ocker zu Boden *).

10. Die Versuche über das Sintern oder Zusammenrosten des Eisens mit Kochsalz und Salpeter (§. 214, 7, 12.) haben gelehrt, daß jene Salze durch das Eisen beim Zutritt der Feuchtigkeit und beim Rosten wirklich zersetzt werden können, und daß die Tropfen, welche sich aus dem Eisenrost entwickeln, alkalischer Natur sind und etwas Eisen aufgelöst enthalten, indem sie mit Salpetersäure brausen und dabei Eisenocker fallen lassen. Aber auch diese Auflösung kann ohne Zutritt einer Säure nicht bewirkt worden seyn.

§. 250.

*) Bei der Ammoniakbereitung im Großen aus Horn, Klauen ꝛc. werden die blechernen Röhren, durch welche die Dämpfe ins Abkühlungsgefäß geleitet werden, stark angegriffen und zuletzt durchgefressen. Da sich eine Wirkung des ätzenden Ammoniak auf Eisen sonst nicht erweisen läßt, so muß jene Auflösung durch Mitwirkung der Kohlensäure geschehen.

§. 250. Vom dem Verhalten des Eisens mit Weingeist.

Aus dem im §. 214, 3. angeführten Versuch geht deutlich hervor, daß der Weingeist, als ein feines Oel, mehr dazu dient, das Eisen gegen den Rost und gegen die Einwirkungen der Luft bewahren, als es aufzulösen. Dennoch ließ ich Eisenfeilspäne mehrere Tage lang mit Weingeist in einem verschlossenen Gefäß stehen. Als ich den Kork auszog, und einen brennenden Span in die Flasche brachte, entzündete sich die Luft mit einer blauen Flamme und mit einigem Verpuffen, welches auf eine Entwickelung von brennbarer Luft durch Auflösung des Eisens zu deuten schien, allein ganz reiner Weingeist zeigte dasselbe Verhalten, und es hatten sich also ohne Mitwirkung des Eisens brennbare Dünste entwickelt. — Bei der Vermischung der Auflösung des Eisens in verschiedenen Säuren mit Weingeist bemerkte ich folgende Erscheinungen:

a. Die Auflösung des Eisens in Scheidewasser, Königswasser, Salzsäure, Weinsteinsäure, Essig, Zuckersäure, Ameisensäure und Flußspathsäure bleiben durch Weingeist unverändert und klar, und werden auch mit Blutlauge blau. Das Eisen läßt sich also mit Beihülfe von einer dieser Säuren in Weingeist auflösen, allein mit folgenden Säuren ist das Verhalten anders.

b. Die Auflösung des Eisens in Vitriolsäure wird durch den Zusatz von Weingeist sogleich trübe, und der Eisenvitriol fällt als ein kreideweißes Pulver nieder, weil der Weingeist ihm das Auflösungswasser entzogen hat. Etwas Eisen bleibt aber doch mit der Säure verbunden im Weingeist zurück, denn die Blutlauge giebt einen schwachen grünlichgelben Niederschlag *).

c. Die phosphorsaure Eisenauflösung wird durch Weingeist als eine perlfarbene krystallinische Salzmasse nie-

*) §. 217.

niedergeschlagen, allein etwas Eisen bleibt im Weingeist zurück, weil er mit Blutlauge zuerst blau, dann aber schmutziggrün wird. Das niedergeschlagene Salz wird in der Glühhitze zu einem rothen Ocker, der in einem noch stärkeren Feuergrade schwarz wird. Wegen der hellgelben Farbe der Flamme würde jene Mischung vielleicht zu Kunstfeuern sehr anwendbar seyn. — Wenn man Weingeist mit salpetersaurem Eisen sättigt, so brennt die Flüssigkeit mit einer rothen Flamme, und wenn sie bis zur Hälfte abgebrannt ist, sprüht sie Funken.

d. Die Auflösung des Eisens in Citronensaft wird durch einen Zusatz von Weingeist sogleich trübe, und es schlägt sich ein grauer Schlamm nieder, der aus Eisen und Citronenschleim besteht. Die filtrirte gelbe Flüssigkeit enthält aber noch etwas citronensaures Eisen, denn sie giebt mit Blutlauge einen blauen Niederschlag, der mit der Zeit gelblich wird.

e. Eine Auflösung des Eisens in einer Verbindung der Weinsteinsäure mit Essig ward durch Weingeist getrübt und es schlug sich ein gelblichweißer, schlammiger Kalk nieder.

f. Auch die Auflösung des Eisens in Sauerkleesäure trübte sich, ward milchweiß und das sauerkleesaure Eisen schlug sich als ein weißes krystallinisches Pulver nieder, welches durch Kalciniren roth ward.

Die Pharmacopeen enthalten mehrere Vorschriften, Eisen in Weingeist aufzulösen; ich will nur der Bereitung der Ludwigschen Eisentinktur erwähnen. Man soll Eisenvitriol mit 4 Weinsteinrahm in 20 Theilen Wasser so lange kochen, bis die Flüssigkeit dick geworden ist, worauf man zwölfmal so viel schwachen Weingeist zusetzt und die Mischung 24 Stunden lang oder noch länger sieden läßt. Die sich bildende flüssige rothe Tinktur soll dann von dem dicken Bodensatz abgegossen und bis zur Hälfte überdestillirt werden, wobei sich

Kry-

Krystalle niederschlagen, welche man abermals im Weingeist auflöst, und die dann, nach Boerhaven, die eigentliche Tinktur geben. — Von einer andern Beschaffenheit ist die Quinta essentia mineralis vom Grafen de la Garaye (Chemia Hydraulica, welche 1775 mit Parmentiers Zusätzen erschien). Man vermengt Kupfervitriol und Eisenfeilspan mit einander, feuchtet das Gemenge zu einem Teig an, bringt es, sobald die Erhitzung aufhört, in einen feuchten Keller, feuchtet es an, trocknet es wieder, zerpulvert es und befeuchtet und trocknet es abwechselnd mehrere male. Endlich nimmt man das schon beim ersten Anfeuchten angewendete Wasser, um die fertige Auflösung zu machen, welche nichts weiter ist, als eine Auflösung von sehr dephlogistisirtem nicht krystallisirbarem Eisenvitriol. Ich habe dieses Präparats des pomphaften Namens wegen erwähnen wollen. Der Entscheidung der Aerzte überlasse ich es übrigens, ob es nothwendig ist, einen so umständlichen Weg einzuschlagen, um das Eisen mit dem Weingeist in der Ludwigschen Tinktur zu verbinden, und ob man nicht bloß durch den Zusatz von Weingeist zur Auflösung des Eisens in Weinsteinsäure, oder in einer anderen Säure, dasselbe bewirken könnte. Die Auflösung des Eisens in Ameisensäure ließ sich nach meinen Erfahrungen vorzüglich gut mit Weingeist versetzen und gab auch den besten zusammenziehenden Geschmack.

Ueber die Verwahrung des Eisens gegen das Rosten durch Ueberziehen mit reinem Weingeist, oder mit Weingeist, der Kampher, Copaiba-Balsam, Mastix, Sandarak u. s. f. aufgelöst hat, habe ich oben (§. 17, e.) gesprochen *).

§. 251.

*) Der Schwefeläther löst das salzsaure Eisenoxyd auf, weshalb man zur Darstellung des eisenhaltigen Aethers (Bestuschewschen Nerventinktur, Lamottischen Goldtropfen) den Aether entwe-

§. 251. Vom Verhalten des Eisens mit Oelen.

Alle Fette und Oele aus dem Thier- und Pflanzenreich sollen das Eisen, nach den allgemein bekannten Erfahrungen, nicht angreifen, sondern es gegen die Einwirkungen der Säuren und der Luft verwahren; wenn sie aber durch eine Art von Gährung ranzig geworden sind und Säure entwickelt haben, so können sie allerdings auf das Eisen wirken, das Rosten desselben befördern und es durch Hülfe des Reibens völlig auflösen. Ich rede hier nur von den gepreßten Oelen, vom Mandelöl, Baumöl u. s. f., denn die destillirten Pflanzenöle, Theer, Kienöl u. s. f., und die thierischen Fettigkeiten, Talg, Klauenfett, Thran, Wallrath u. a. m. enthalten oft viel freie Säure, die sich schon durch den Geschmack zu erkennen giebt, und welche sich durch Wasser abscheiden läßt, so daß ihre Wirkung auf das metallische Eisen sehr begreiflich ist.

Wenn man zu einer Auflösung des Eisens in Mineralsäuren, z. B. in Scheidewasser, Baumöl gießt, so entsteht eine unvollkommene Zersetzung (§. 230), indem die Säure das Oel angreift, und mit demselben zu einer Art von Salbe gerinnt, die den dadurch niedergeschlagenen Eisenocker in sich aufnimmt. Das Gemenge ist aber nicht als eine Auflösung des Eisens in Oel anzusehen.

§. 252.

der zur concentrirten Auflösung des salzsauren Eisenoxyds setzt, wobei der Aether dem Wasser einen Theil des Salzes entzieht, oder das trockne salzsaure Eisenoxyd unmittelbar im Aether auflöst. Nach Trommsdorf wird 1 Theil des Salzes in 4 Theilen Schwefeläther aufgelöst und mit 8 Theilen Alkohol versetzt. Die Auflösung verliert im Sonnenlicht ihre gelbe Farbe und wird wasserhelle, färbt sich aber im Schatten wieder. Diese Farbenänderung wird wahrscheinlich durch die Desoxydation und die wieder erfolgende Oxydation des Oxyds bewirkt.

§. 252. Von der Auflösung des Eisens in Schwefel.

Man kann annehmen, daß der Schwefel das Eisen auf dem nassen Wege auflöst, wenn man gleiche Theile oder wenigstens die Hälfte fein gepulverten Schwefel mit Eisenfeilspan vermengt und mit Wasser zu einer teigartigen Masse anfeuchtet. Ist die Quantität nicht groß, so wird das Gemenge schon in einigen Stunden in einem offenen Glase so heiß, daß man das Glas nicht anfassen kann, und wenn sich die Hitze verloren hat, so sintert alles zu einer Art von Blutstein zusammen (§. 214, 6.); die Masse muß aber, wenn eine Sinterung erfolgen soll, unangerührt bleiben und nicht so beträchtlich seyn, daß eine wirkliche Flamme ausbricht, weil alsdann keine Sinterung statt finden kann. Ein freier Luftzutritt ist aber zur Entwickelung der Hitze und zu dieser Art von Auflösung durchaus nöthig, denn in einem fest verschlossenen Gefäß entsteht keine Hitze *).

Baumé hat diesen Versuch im Großen angestellt, indem er 100 Pf. Eisenfeilspan und eben so viel zerpulverten Schwefel mit Wasser zu einer steifen Masse machte und in ein großes eisernes Gefäß packte. Nach 5 oder 6 Stunden hatte sich etwas Wasser abgeschieden, welches auf der Oberfläche schwamm und einen schwachen Vitriolgeschmack hatte; nach 10 Stunden fing die Masse an aufzuschwellen, zu bersten und sich zu erwärmen, wobei sich Wasserdämpfe mit einem metallischen Geruch entwickelten; nach 15 bis 16 Stunden nahmen Hitze und Wasserverdampfung so zu, daß aus einem bis zum Sieden erhitzten Gefäß nicht mehr Dämpfe aufsteigen konn-

*) Die Erhitzung der Mischung wird wahrscheinlich durch die Oxydirung des Eisens zuerst veranlaßt und in der dadurch erhöhten Temperatur die Umwandlung des Schwefels in schweflige Säure bewirkt.

konnten, wobei der mineralische Eisengeruch *) unerträglich stark war. Als der größte Theil des Wassers verdampft war, entzündete sich die Materie und verbreitete eine mit flüchtiger Schwefelsäure verbundenen metallischen Geruch. Die Flamme stieg einen Fuß hoch, hielt aber nur 2 bis 3 Minuten an. Die Masse war nun glühendroth geworden, und hatte das Ansehen, als wenn sie mit glühendem Kohlenstaub bedeckt wäre. Die glühende Hitze dauerte noch 40 Stunden lang fort, ohne daß indeß wieder eine Flamme zum Ausbruch kam. In dieser Glühhitze verband sich die Schwefelsäure mit dem Eisen und bildete wirklichen Eisenvitriol, den man nach dem Erkalten aus der Masse auslaugen konnte. — Wenn man den Rückstand in einem unglasirten thönernen Gefäß so lange kalcinirt, bis sich keine Flamme mehr entwickelt, so soll sich das Eisen, nach Baumé, in einen schwarzen Kalk verwandeln, der weder vom Magnet gezogen wird, noch in Säuren auflöslich ist. — Das Verhalten bei geringeren Quantitäten habe ich oben (§. 181, 6.) gezeigt. Baumé hat die Gründe der Entstehung der Hitze sehr ausführlich zu entwickeln gesucht; einleuchtender und gründlicher hat Scheele sie vorgetragen, indem die Hitze nach seiner Theorie bloß durch die Verbindung des Phlogiston im Eisen mit der Feuerluft entsteht (S. von der Luft und vom Feuer §. 35.). Wie die feuerspeienden Berge und die Erdbeben auf ähnliche Art entstehen können, haben mehrere Schriftsteller gezeigt.

Um diese Erscheinungen genauer und durch eigene Erfahrungen kennen zu lernen, stellte ich folgende Versuche mit verschiedenen Eisenarten an:

a. Es wurden 2 Theile Boh spåne vom grauen Roheisen und 1 Theil Schwefel mit Wasser zu einem Teig ge-

*) Bekanntlich löst das Wasserstoffgas Eisen auf; in welchem Zustand und in welchem Verhältniß, ist noch nicht untersucht.

gemacht und zu einer Kugel geformt, welche in ein unbedecktes Glas gelegt ward, worin sie sich schon nach einer Stunde erhitzte, Dämpfe entwickelte und inwendig eine ganz schwarze Farbe bekam, worauf sie zu einem bräunlichschwarzen Pulver zerfiel. Dies Pulver ward wieder mit eben so viel Schwefel gemengt, wie das erstemal behandelt und in das Glas gelegt, welches durch die sich entwickelnde Hitze zersprang. Der Rückstand war dunkelbraun und locker.

b. Eine auf dieselbe Art zubereitete Kugel aus 2 Theilen Feilspan von geschmiedetem Eisen und 1 Theil Schwefel erhitzte sich eben so stark und behielt die Hitze einige Stunden länger. Die erhaltene Masse war schwarz, erhitzte sich aber nach dem abermaligen Vermengen mit Schwefel nicht weiter.

c. Eine Kugel aus 3 Theilen fein gepulvertem Schmiedesinter, der sehr stark vom Magnet gezogen ward, und aus 2 Theilen Schwefel, auf die nämliche Weise behandelt, erzeugte gar keine Hitze und erlitt auch keine Veränderung, welches wirklich sehr merkwürdig ist.

Es scheint also, daß nur das metallische Eisen diese Wirkungen hervorbringen kann, und daß das Roheisen zu viel Brennbares enthält, als daß sich beim ersten Vermengen alles abscheiden könnte.

Von der Auflösung des Eisens in Schwefel auf dem trocknen Wege, oder von dem Zusammenschmelzen beider Substanzen zu einer Art von Rohstein, habe ich oben (§. 78, 4.) geredet und gezeigt, daß man weißglühendes Eisen durch ein daran gehaltenes Stück Schwefel tropfbar flüssig machen kann. Auch haben wir gesehen, daß Stahl, mit Schwefel in einem Tiegel zusammengeschmolzen und dann zu einem

rothen

rothen Ocker kalcinirt, für feine Stahlarbeiten das beste Polirpulver abgiebt (§. 9, 4.) *).

§. 253. Vom Verhalten des Eisens mit Salpeter.

Salpeter kann das Eisen auf dem nassen Wege, oder im Wasser aufgelöst, eben so wenig vollständig auf-

*) Durch die Versuche von Berzelius, Bucholz, Gueniveau, Hatchett und Proust ist es entschieden, daß sich das Eisen auch mit dem Schwefel in zwei bestimmten Verhältnissen verbindet. Die Verbindung des Eisens mit dem Minimo von Schwefel besteht aus 37 Schwefel und 63 Eisen und kommt in der Natur als Magnetkies vor. Man erhält diese Verbindung, wenn man Eisen mit Schwefel destillirt und die Masse zum Glühen bringt. Das Schwefeleisen kann in der Hitze nicht zerstört werden; beim Zutritt der Luft (oder durchs Rösten) wird der Schwefel oxydirt und man erhält Vitriol, indem Berzelius gezeigt hat, daß das Eisen im schwefelsauren Oxydul gerade mit so viel Schwefel in der Schwefelsäure verbunden ist, als es im Schwefeleisen enthält. — Die Verbindung des Eisens mit dem Maximo von Schwefel, oder das schwefelhaltige Schwefeleisen besteht aus 53,92 Schwefel und 46,08 Eisen und ist der so bekannte Schwefelkies. Diese Verbindung läßt in der Rothglühhitze den Theil Schwefel, welcher das Schwefeleisen zum Schwefelkies macht, fahren, und verwandelt sich in Schwefeleisen (§. 191. Anmerk.). Die künstliche Darstellung des Schwefelkies ist wegen der leichten Verbrennlichkeit des Schwefels schwierig. Thomson will indeß durch Schmelzen von gleichen Theilen Eisen und Schwefel in bedeckten Tiegeln krystallisirten Schwefelkies erhalten haben, wenn er die Vorsicht beobachtete, den Tiegel sogleich aus dem Feuer zu nehmen und langsam und ruhig erkalten zu lassen, sobald der locker verklebte Deckel des Tiegels durch eine kleine Explosion gelüftet ward.

Ob sich das Eisen auch mit dem Phosphor in zwei bestimmten Verhältnissen verbindet, ist noch nicht entschieden. Am leichtesten erhält man das Phosphoreisen, wenn man gleiche Theile verglaste Phosphorsäure und Eisenfeile mit Kohlenstaub schmelzt. Es ist magnetisch, sehr spröde und soll (nach Pelletier) den Phosphor in starker Hitze fahren lassen. Bergman und Meyer fanden das Phosphoreisen zu gleicher Zeit im kalkbrüchigen Eisen, und glaubten ein neues Metall (Siderum Hyderosiderum, Wassereisen) gefunden zu haben, dessen wahre Natur die Entdecker selbst und Klaproth und Scheele enthüllten. — Wenn man gleiche Theile verglaste Phosphorsäure und Eisenfeile ohne Kohlenstaub schmelzt, so erhält man Eisenschlacke und Phosphoreisen, indem sich das Eisen auf Unkosten der Säure oxydirt.

auflösen, als alle anderen Neutralsalze, deren Säure durch Alkali vollkommen gesättiget ist; es entsteht nur eine Art von Zusammensintern oder Rosten, wobei das Salz zugleich einigermaßen zersetzt wird (§. 214.).

Auf dem trocknen Wege oder in der Schmelzhitze geschieht etwas ähnliches; die Säure wird frei, greift das Phlogiston des Eisens an, verflüchtigt sich und überläßt den fast ganz dephlogistisirten Eisenkalk dem zurückbleibenden feuerbeständigen Alkali, welches das Eisen nicht vollständig aufzulösen vermag (§. 249.). Folgende Versuche mit mehreren Arten von Eisen und Eisenerzen werden über die Erfolge beim Verpuffen Aufschluß geben.

1. Vier Centner feiner Bohrspan von grauem gaarem Roheisen wurden nach und nach auf eben so viel in einem großen offnen Tiegel geschmolzenen Salpeter gebracht.

a. Es entstand beim Aufschäumen ein Funkensprühen und ein Aufwallen, wobei die Masse über den Tiegel steigen wollte.

b. Als aller Bohrspan eingetragen und die Hitze verstärkt worden war, entzündete sich die Mischung plötzlich und verpuffte.

c. Der Rückstand war grünlich, zerfloß an der Luft und löste sich zum Theil mit einer dunkelrothen Farbe im Wasser auf; auch die Wände des Tiegels hatten eine schöne karmoisinrothe Farbe. Nach einigen Tagen verschwand die rothe Farbe und das Eisen schlug sich als ein braungelber Ocker nieder, den der Magnet nicht anzog.

d. Die Auflösung war stark alkalisch, und behielt nach dem Filtriren noch eine gelbliche Farbe von dem aufgelösten wenigen Eisen, welches sich durch Salpetersäure und mit der Zeit auch von selbst als ein hellgelber Ocker niederschlug.

e. Der

e. Der mehrste Bohrspan blieb noch unaufgelöst und metallisch zurück.

2. Fünf Theile Feilspan von Stahl wurden auf dieselbe Art nach und nach in 8 Theile geschmolzenen Salpeter getragen. Die Funken waren mehr roth.

a. Die Masse war weniger geneigt über den Tiegel zu schäumen, und das Verpuffen erfolgte, ungeachtet der stärksten Hitze, erst nachdem der Salpeter zum Theil alkalisirt war.

b. Schon vor dem Verpuffen war der Salpeter zum Theil alkalisirt, und hatte eine schöne grüne Farbe. Wasser löste den alkalischen Theil auf, und der unauflösliche Rückstand bestand aus metallischem und geröstetem Bohrspan.

c. Die Auflösung hatte, wie gewöhnlich, eine rothe Farbe, die nach einigen Stunden verschwand, indem sich ein brauner Eisenocker niederschlug, der größtentheils vom Magnet gezogen ward.

d. Die Lauge war ziemlich kaustisch und gab beim Abdampfen einen weißen Bodensatz, der aus Thon vom Tiegel bestand. Beim Abkühlen schoß etwas unzersetzter Salpeter an.

3. Feilspan von kaltbrüchigem Stabeisen aus Småland gab beim jedesmaligen Auftragen auf den geschmolzenen Salpeter eine viel hellere, über die ganze Fläche sich verbreitende Flamme, als die anderen Eisenarten. Ein abermaliger Beweis, daß das kaltbrüchige Eisen sehr viel reines Phlogiston enthält. Das Verhalten nach dem Verpuffen war wie beim Roheisen.

4. Als ich ein Gemenge von Eisenfeilspan und Salpeter nach und nach in einen glühenden Tiegel brachte, erfolgte die Verpuffung auf dieselbe Art; die Masse war aber hart und hatte sich fest am Tiegel angesetzt. Die Lauge verhielt sich eben so wie vorhin und hatte eine vorübergehende Carmoisinfarbe. Der feine Ocker, welcher

cher sich aus der Lauge niederschlägt, ist Zwelfers Eisensafran; man erhält ihn nur in geringer Menge, weil sich das Eisen nicht gleichmäßig vollkommen dephlogistisirt. Eisen geht dabei indeß nicht verloren, wie Einige wohl behauptet haben. Wenn die alkalische Lauge eine grüne Farbe hat, so ist die Verpuffung nicht vollkommen; ist sie aber ungefärbt, so war die Hitze zu stark oder zu langsam.

5. Um die Beschaffenheit der beim Verpuffen sich entwickelnden Luftart zu untersuchen, brachte ich ein Gemenge von 8 Theilen Salpeter und 1 Theil Roheisenbohrspan in eine thönerne Retorte, in deren Hals eine Blase gebunden ward, welche sich beim Glühen der Retorte ausdehnte und mit Luft anfüllte. Diese Luft trübte das Kalkwasser und bestand aus Luftsäure und einer großen Menge guter Luft. Die Luftsäure hatte der reißbleiartigen Substanz des Eisens ihre Entstehung zu verdanken, aber die Feuerluft, oder die gute Luft, entwikkelte sich, wie Scheele gezeigt hatte, aus dem Salpeter. Andere Eisenarten gaben beim Verpuffen dasselbe Resultat, nur war die Menge der Luftsäure verschieden, obgleich die genaueren Verhältnisse noch unbestimmt sind. Als ich dieselben Eisenarten in einer gläsernen Röhre verpuffen ließ, entwickelte sich zuerst gute Luft, welche in der mit Kalkwasser angefüllten Flasche aufgefangen ward, ohne eine Trübung zu bewirken. Wie aber die wirkliche Verpuffung erfolgte, färbte sich das Wasser von der entwickelten Luftsäure augenblicklich milchweiß. In diesen Versuchen wurden 2 bis 3 Theile Salpeter gegen 1 Theil Eisen angewendet. Die Rückstände verhielten sich eben so, wie die in einem offnen Tiegel.

6. Ein Theil eisenhaltiger Braunstein von der Klapperudgrube in Daland gab beim Zusammenschmelzen mit 2 Theilen Salpeter eine Masse, die sich zum Theil im Wasser auflöste. Die Auflösung hatte eine schöne

blaue

blaue Farbe, die nach einigen Tagen violett und dann rosenroth ward, und es im verschlossenen Gefäß lange blieb. Mit der Zeit entfärbte sie sich, ging farbenlos durchs Filtrum, ließ einen röthlichen Ocker zurück, der erwas vom Magnet gezogen ward, brauste mit Scheidewasser sehr wenig und gab auch keinen Niederschlag weiter. Der Eisenocker enthielt sehr viel Braunstein.

7. Aehnliche Detonationsversuche wurden mit rothbrüchigen, kaltbrüchigen und blutsteinartigen Eisenerzen angestellt, allein es erfolgte auch selbst mit den Erzen, die sehr stark vom Magnet gezogen wurden, keine wirkliche Verpuffung, sondern ich konnte höchstens nur eine Verschiedenheit im Funkensprühen und in der Menge der sich entwickelnden Blasen von Luftsäure bemerken. Es scheint daraus zu folgen, daß die Erze in sehr verschiedenen Verhältnissen mit Phlogiston und mit Luftsäure verbunden sind, und daß diese abweichenden Verhältnisse vorzüglich die Verschiedenheit der Erze und ihres Schmelzganges bewirken.

Die Eigenschaft des Eisens, beim Verpuffen mit Salpeter mit Funken zu sprühen, hat den Feuerwerkern Veranlassung gegeben, zu den Compositionen der Luftfeuerwerke, der Schwärmer, Raketen u. s. w. Eisenfeilspäne anzuwenden. Eine bis zur Trockniß abgedampfte Auflösung des Eisens in Salpetersäure, verpufft nicht mit Salpeter.

§. 254. Ueber das Verhalten des Eisens mit Salmiak.

Aus §. 214, 4. 5. geht hervor, daß das Eisen auf dem nassen Wege vorzüglich durch Salmiak angegriffen und in Rost verwandelt wird, von welchem letztern das siedende Wasser zwar etwas in sich aufnimmt, aber durch ruhiges Stehen wieder als einen feinen Ocker fallen läßt. Der Graf de la Garaye glaubte die wesentlichen

Sal-

Salze der Metalle durch Maceriren derselben mit Wasser und Salzen abscheiden und darstellen zu können; bei Gelegenheit dieser Versuche rieb er auch gleiche Theile Eisenfeile und Salmiak mit Wasser zusammen, wodurch eine Erhitzung und eine Verflüchtigung des Ammoniak entstand. Nach 7 bis 8maliger Wiederholung des Reibens, Trocknens an der Sonne oder am Feuer und Zerfließens im Keller, ward die zuletzt entstandene Flüssigkeit abgegossen und die trockne Masse in einer Pfanne über Kohlenfeuer so lange geröstet, als sich noch etwas Rauch entwickelte. Die braun gewordene Masse, welche schnell in einer gut verschlossenen Flasche aufbewahrt ward, ist ein Salz, welches an der Luft zerfließt, sich im Weingeist mit gelber Farbe auflöst, das Wasser brandgelb, den rothen Wein violett oder eigentlich purpurroth, den Cider gelb und den weißen Wein grau färbt und sich in allen diesen Flüssigkeiten auflöst. Aus dem Weingeist ward das Eisen durch Galläpfeltinktur mit einer hochblauen Farbe niedergeschlagen, wenn die Auflösung nicht zu alt war, in welchem Fall man keinen solchen Niederschlag erhält. Der Salmiak ist also wirklich durch das Eisen zersetzt worden, und dieses verband sich mit der Salzsäure zu einem metallischen Mittelsalz, welches in der Medicin häufig angewendet wird. — Wenn Feilspan mit reinem Wasser abgerieben, und dieses, sobald es stiptisch schmeckt, filtrirt und verdampft wird, so erhält man ein gelbes bitteres Salz. Daß der Salmiak auch auf trocknem Wege, oder durch Sublimation auf das Eisen wirkt, geht aus folgenden Versuchen hervor:

1. Hundert Pfund fein gepulvertes graues Roheisen wurden mit 200 Pfund Salmiak in einen runden mit Helm und Vorlage versehenen Tiegel gethan und der Tiegel sorgfältig erhitzt.

a. Beim Glühen ging zuerst gewöhnlicher Salmiakgeist über, der in der Vorlage (welche an dem Helm nur

angestoßen, aber nicht angekittet war) aufgefangen ward. In stärkerer Hitze verbreitete sich ein weißer Rauch in der Vorlage, welcher von einem etwas schärferen flüchtigen alkalischen Geist begleitet war.

b. In dem Helm hatten sich während dieser Zeit 50 Pfund gewöhnliche schwefelgelbe Eisenblumen (Ens martis) angesetzt.

c. Im Tiegel war ein schwarzer mürber Rückstand geblieben, der nur 24 Pfund wog, so daß sich 76 Procent Eisen verflüchtigt hatte.

d. Dieser Rückstand gab durch Kochen mit Wasser eine Lauge, welche Salzsäure und flüchtiges Alkali enthielt, worin sich etwas Eisen aufgelöst hatte.

e. Eben dieser Rückstand von 24 Pfund ward von neuem mit doppelt so viel oder mit 48 Pfund Salmiak sublimirt, und gab nun dieselben Produkte, wie bei der ersten Sublimation, nur war das flüchtige Alkali nicht so merklich.

f. Der Rest wog nun 19 Pfund oder 19 Procent von dem zuerst angewendeten Eisen; es hatte eine schwarzgraue Farbe, und ward vom Magnet nur schwach, nach dem Glühen im offnen Feuer aber stärker angezogen.

g. Im Helm hatte sich kein Sublimat angesetzt, auch war diesmal keine Vorlage angewendet worden.

h. Die bei der ersten Sublimation erhaltenen Eisenblumen (b) wurden zum Theil im Wasser aufgelöst, welches dadurch einen zusammenziehenden Geschmack und eine blaßgelbe Farbe erhielt. Es schmeckte sehr stark nach Salmiak, gab mit Blutlauge Berlinerblau, und ließ nach dem Filtriren durch Abdampfen sehr viel rothen Ocker fallen. Die koncentrirte Auflösung gab Krystalle von Salmiak und Kochsalz. Der Salmiak blieb beständig eisenhaltig, so oft er auch filtrirt ward, und das Eisen verflüchtigte sich beim Sublimiren ganz und gar.

Die

Die Auflösung gab aber auch freie Salzsäure zu erkennen. Kali schlug den Eisenocker nieder und verflüchtigte das Ammoniak mit dem bekannten erstickenden Geruch.

Der Salmiak kann das Eisen also vermittelst der Salzsäure nicht allein aufgelöst halten, sondern er wird auch durch Eisen und durch Eisenkalke großentheils zersetzt, und besitzt die Eigenschaft, das Eisen fast ganz und gar zu verflüchtigen.

2. Eisenocker, der aus reinen Eisenfeilspänen durch Kalciniren in der Glühhitze bereitet worden war, ward mit doppelt so viel Salmiak in eine Retorte mit offenem Halse gethan und über Kohlenfeuer erhitzt. Zuerst stieg etwas Salmiakgeist auf, dann folgte aber elastisches Ammoniakgas, welches sein Phlogiston verloren und an den Eisenkalk abgetreten hatte. Diese Luft, welche in einer Blase aufgehangen war, löschte ein Licht aus, roch nach Ammoniak und hatte alle Eigenschaften des Ammoniakgas. Der Rückstand ward vom Magnet sehr wenig angezogen, zerfloß an der Luft, löste sich im Wasser auf, gab aber erst nach einiger Zeit eine ganz klare gelbe Auflösung. Mit Berlinerblau entstand ein starker Niederschlag von Berlinerblau; durch Kali ward das Ammoniak verflüchtigt und das Eisen zuerst mit einer grünen Farbe, welche aber nachher gelb ward, niedergeschlagen. Mikrokosmisches Salz gab einen weißen Niederschlag, und das aufgelöst gebliebene Eisen setzte sich mit der Zeit durch ruhiges Stehen an der freien Luft als ein gelber Ocker ab. Die Destillation konnte indeß nicht völlig beendigt werden, weil die Retorte zerbrach *).

Der

*) Bei der Sublimation des Eisens oder dessen Oxyden mit Salmiak wird immer ein Theil des letzteren zersetzt und der unzersetzte Theil bildet mit dem entstandenen salzsauren Eisenoxyd ein dunkelgelbes Sublimat, die eisenhaltigen Sublimatblumen. Man erhält

Der Versuch zeigt, daß sich das Eisen mit dem Ammoniak in Verbindung mit Salzsäure, selbst in verschlossenen Gefäßen in der Hitze verflüchtigt, indem von 100 metallischem Eisen, bloß durch zwei Sublimationen, mehr als $\frac{4}{5}$ als gelbe Blumen aufstiegen, welche sich in einer geringen Glühhitze wieder als ein weißer Rauch verflüchtigten. Da dies nach dem zweiten Versuch auch bei den Eisenkalken, obgleich in einem geringeren Grade der Fall ist, so darf man sich nicht wundern, daß man aus den See- und Wiesenerzen, welche ein flüchtiges alkalisches Salz enthalten (§. 65.), beim Verschmelzen im Großen nicht mehr als einige 20 Procent Eisen erhält, obgleich diese Erze bloß aus reinem Eisenkalk bestehen, welcher sich in einer starken Glühhitze durch Kohlenstaub zu Eisen reducirt (§§. 65. 66.). Das beste Mittel, den starken Eisenverlust bei diesen und ähnlichen Erzen zu vermeiden, scheint mir darin zu bestehen, sie vor dem Verschmelzen in Röstöfen oder in Nadeln mit Kohlenklein zu glühen, weil die flüchtige Säure dadurch allein fortgehen würde und das mehr figirte Eisen dann in Rennheerden, oder noch besser in kleinen Oefen mit einem Gestübbeheerd, oder auf deutsche Art durch Frischen mit Kalk gewonnen werden könnte, indem sich der Kalk mit dem zufällig zurückgebliebenen alkalischen Salz zu einer Art von fixem Salmiak verbinden würde, wodurch nicht allein der Gang des Schmelzens befördert und die Geschmeidigkeit des Eisens verbessert, sondern auch das Sublimiren des Eisens verhindert werden müßte *).

§. 255.

erhält dies dreifache Salz am besten, wenn man zu 16 Theilen Salmiak, 1 Theil Eisen oder Oxyd nimmt. Auch auf nassem Wege läßt sich diese dreifache Verbindung in dunkelrothen, rhomboidalischen, luftbeständigen Krystallen darstellen, wenn man salzsaures Eisenoxyd und Salmiak zusammen auflöst und krystallisiren läßt. Das Eisensalz muß aber im Ueberschuß vorhanden seyn, weil sonst nur reiner Salmiak anschießt.

*) Die Wiesenerze enthalten, wie wir jetzt wissen, keine flüchtige Säu-

§. 255. Ueber das Verhalten des Eisens mit Kochsalz.

1. Weil das Kochsalz, so wie andere Neutralsalze, aus einer gesättigten Verbindung des Alkali mit einer Säure besteht, und weil diese Bestandtheile eine nähere Verwandtschaft zu einander haben, als zu den Metallen und zu anderen Körpern, so sollte man wohl nicht vermuthen, daß die Salzsäure auf dem nassen Wege das Natron verlasse und sich mit dem Eisen verbinde, allein dies geschieht doch wirklich, wenn man Eisentheile mit einer Auflösung des Kochsalzes in reinem Wasser, in verschloßnen und ganz angefüllten Gefäßen zusammenbringt. Schon die oben (§. 214, 7.) angeführten Sinterungsversuche lehren, daß das Eisen das Kochsalz an der freien Luft zum Theil zersetzt, so daß sich das Natron tropfenweise abscheidet und Luftsäure anzieht, wogegen sich die Salzsäure mit dem Eisen verbindet und beide Salze als ein vierfaches Salz mit einander vereinigt bleiben. Der Graf de la Garaye hat dieser Erscheinung in seiner Chemia hydraulica ebenfalls erwähnt, und bei der Anwendung von Kochsalz denselben Erfolg gehabt, als vorhin (§. 254.) vom Salmiak angeführt ist. Ich habe auch den Versuch gemacht, eine Auflösung des Kochsalzes in Wasser so oft über Eisenfeilspan zu filtriren, daß sie zuletzt ganz eintrocknete, und obgleich die nachher ausgelaugte Flüssigkeit ganz klar und farbenlos war, so hatte sie doch ziemlich viel Eisen aufgelöst; sie hatte nämlich

a. einen stiptischen Geschmack und gab mit Blutlauge Berlinerblau.

b. Kali schlug einen Ocker nieder.

c. Die

Säure, sondern Phosphorsäure, die durch das Rösten nicht verjagt werden kann. Daß übrigens die Röstarbeit aus anderen Gründen vortheilhaft seyn kann, ist nicht zu läugnen.

c. Die geistige Galläpfeltinktur gab nach einigen Stunden eine schwarze Farbe.

d. Eine Kupferauflösung in Salmiakgeist schlug Eisenocker nieder und das Kupfer blieb aufgelöst.

e. Mit der Silberauflösung entstand ein weißer Kalk oder Hornsilber.

f. Die Lakmustinktur ward davon, wie von jeder anderen Säure geröthet. Hieraus folgt also augenscheinlich, daß das Eisen das Kochsalz zersetzt, indem sich die Säure mit dem Eisen verbindet und das Alkali frei wird, obgleich ein Theil Salz unverändert bleibt.

Daß die Zersetzung des Kochsalzes durch metallisches Eisen wegen des Phlogiston, der Luft und des Eisens wirklich statt finden kann, ohne die angenommenen Verwandtschaftsgesetze zu stören, hat Scheele durch einige merkwürdige Versuche (Abhandlung der Schwedischen Akademie für 1779) erläutert, obgleich seine Versuche von meinen oben angeführten Sinterungsversuchen etwas abweichen, welches wahrscheinlich daher rührt, daß ich meine Versuche in trockner Luft, Scheele die seinigen aber in einem feuchten Keller vornahm, wodurch das Natron Gelegenheit erhielt auszuwittern und die Salzsäure dem Eisen zu überlassen. — Aus der Beobachtung, welche Meyer (Abhandlung der Schwedischen Akademie f. 1743) anführt, daß nämlich Kugeln von Roheisen viele Jahre lang in metallenen Kanonen auf dem Meeresgrund gelegen, und sich dabei in eine Art von Reißblei verwandelt hatten, folgt weiter nichts, als daß das Salzwasser das Eisen ohne Luftzutritt nicht aufzulösen vermogte, sondern bloß wie reines Wasser wirkte, welches das Eisen bekanntlich in sogenannten Eisenmohr verwandelt, so wie ferner, daß sich der Eisenmohr oft wie Reißblei verhält, welches sich schon an sich sehr häufig im Eisen, besonders im grauen Roheisen befindet. Diese Erscheinung stimmt

also vollkommen mit den vielen Versuchen (§. 214, 7. 13-18.), welche ich über das Verhalten des Eisens mit Kochsalz und Wasser mit und ohne den Zutritt der Luft angestellt habe.

2. Daß das Kochsalz das Eisen und den Stahl im verschloßnen Feuer, wenn das geschmolzene Metall gehörig bedeckt ist, auch in der stärksten Hitze auf keine Weise angreift, ist schon vorhin (§§. 29, 3. 59, 4. a. i.) gezeigt worden. Wenn aber Luft hinzutreten kann, oder wenn das Eisen mit Salz bestrichen und zwischen Kohlen im offnen Feuer geglühet wird, so entwickelt sich die Salzsäure und löst das Eisen zum Theil auf. Weiter unten (§§. 270. 279.) werde ich zeigen, daß der Zusatz von Kochsalz zum Stahlbrennen, welchen Reaumur empfiehlt, keinen andern Zweck hat, als die Hitze zu verstärken und so gewissermaßen das Gaarwerden zu beschleunigen; man muß sich aber bei diesem Zusatz sehr hüten, daß die Salzsäure nicht in die Poren des Stahls dringt, weil der Stahl dadurch ganz vorzüglich geneigt wird, an der feuchten Luft zu rosten. — Im §. 181, 6. k. ist die Wirkung des Kochsalzes auf den Colcothar beim Kalciniren in verschlossenen Gefäßen gezeigt worden; der Colcothar verwandelt sich dadurch nämlich in einen schwarzgefärbten Kalk, oder in eine Art von Eisenmohr *).

§. 256.

*) Durch die bloße Hitze ohne Kochsalz würde dieselbe Veränderung bewirkt worden seyn. — Uebrigens muß ich mich auf die Schlußanmerkung zum §. 214. beziehen, worin sich die Gründe befinden, aus denen ich veranlaßt bin, die Zersetzbarkeit der fixen alkalischen Salze zu bezweifeln.

In der Glühhitze werden dagegen die schwefelsauren Salze durch Eisen zerlegt, und es soll sich eine Verbindung von Schwefel, Alkali und Eisen bilden, welche aber noch nicht gehörig untersucht ist. Auch auf die Verbindung des Schwefelalkali mit Eisen kann ich hier nur hindeuten, indem die Auflösbarkeit des Eisens im Schwefelalkali beim Zusammenschmelzen mit demselben zwar bekannt, das entstandene Produkt aber noch nicht untersucht ist.

§. 256. Vom Verhalten des Eisens mit fixem Salmiak, oder mit Kalköl.

Der fixe Salmiak ist ein erdiges Mittelsalz, welches man durch Zusammenschmelzen von 2 Theilen Kalk und 1 Salmiak erhält, und welches aus Salzsäuren und Kalk besteht. Es zieht die Feuchtigkeit aus der Luft an und bekommt beim Zerfließen eine ölartige Consistenz, weshalb man es auch **Kalköl** genannt hat, obgleich es übrigens nicht die geringste Aehnlichkeit mit Oel hat. Ueber das Verhalten dieses Salzes mit Eisen und Stahl auf dem trocknen Wege oder in der Schmelzhitze, beim Reinigen der Oberflächen und beim Härten, geben §§. 16, f. 29, 3. 270, V. b. 280, I. 8, II. 4. Auskunft. — Auf dem nassen Wege digerirte ich Eisenfeilspäne mit Kalköl, ohne eine Auflösung zu bemerken. Nachdem die Flüssigkeit aber eingetrocknet war, rosteten die Feilspäne locker zusammen, wobei ich fand, daß dieser Rost die Lichtflamme schön roth und violett färbte, also zu Kunstfeuern angewendet werden kann. Durch Wasser entstandner Eisenrost ließ sich in Kalköl auch durch Kochen nicht auflösen. Kalköl auf blankes Eisen gestrichen und über Feuer eingetrocknet, zeigte weder nach dem Trocknen, noch nachdem es wieder an der Luft zerflossen war, eine Wirkung auf das Eisen, nur bemerke ich, daß die Stellen, welche mit Kalköl bestrichen gewesen waren, nicht blau anlaufen wollten. Daß dies Salz übrigens, so wie Salmiak und Kochsalz, durch die vereinte Wirkung des Wassers und des Eisenfeilspans zersetzt werden kann, ist nicht unwahrscheinlich, erfordert aber noch genauere Versuche. — Die gesättigte Auflösung der Kreide in Salpetersäure, oder der salpetersaure Kalk verhält sich ganz auf dieselbe Weise. Ueberhaupt können Säuren, welche mit Erdarten (oder mit anderen Substanzen, zu denen sie eine nähere Verwandtschaft haben, als zu den Metallen) vollkommen gesättigt sind, das Eisen nicht angreifen.

Das

Das Verhalten mehrerer anderer Mittelsalze mit Eisen ist schon an einigen Stellen in diesem Werk auseinandergesetzt, auch wird sich dazu in der Folge noch Gelegenheit finden. Im Allgemeinen kann man annehmen, daß die Wirkung aller Mittelsalze auf das Eisen entweder von einer überschüssigen Säure, oder von der stärkeren Verwandtschaft der Säure zum Eisen, als zu ihrer ersten Grundlage, sie sey ein Metall oder eine Erdart, herrührt, so daß die Wirkung nach den Gesetzen der doppelten Wahlverwandtschaft erfolgt. Von beiden Fällen ist in dieser Abtheilung geredet worden.

Neunte Abtheilung.

Vom Stahl.

§. 257. Eigenschaften des Stahls und Unterscheidung desselben vom Eisen.

Alles Eisen, welches rothglühend schnell im kalten Wasser abgelöscht härter wird, als es vorher war, heißt Stahl. Dies einzige Kennzeichen reicht hin, Stahl vom weichsten Eisen zu unterscheiden, welches eben so geglühet und abgelöscht nicht bedeutend härter werden, sondern fast eben so weich als vorher bleiben und sich nach dem Ablöschen kalt hämmern und feilen lassen muß, ohne Kantenbrüche zu erhalten, oder sich durch seine Härte zu widersetzen. Sobald das Eisen durch jenes Verfahren merklich härter und spröder wird, und nicht mehr so biegsam, zähe und geschmeidig bleibt, als es vorher war, besitzt es schon eine gewisse Stahlartigkeit, oder einen Grad von Härte, der stufenweise von dem weichsten eisenartigen Stahl, mit dem sich kaum ein Stück Holz durchhauen läßt, bis zum härtesten Stahl übergeht, der so spröde ist als Glas, und der sogar dem Porphir widersteht. Kaltbrüchiges Eisen bleibt zwar nach dem Härten so spröde, als es vorher schon war, allein härter wird es dadurch nicht.

Stahl

Stahl muß hingegen vor dem Härten kalt und warm geschmeidig seyn, fast wie Eisen; auch muß er denselben Grad der Geschmeidigkeit durch neues Glühen nach dem Härten wieder erhalten; er bleibt indeß nach dem geringeren oder größeren Grade seiner Härte mehr oder weniger zähe und weich. Stahl, der bei dem geringsten Grad der Hitze abgelöscht, die größte Härte erhält und vor und nach dem Härten die größte Stärke behält, verdient der beste genannt zu werden.

Obgleich dieses Kennzeichen des Stahls schon hinreichen würde, ihn vom Eisen zu unterscheiden, so wollen wir doch die eigenthümlichen Kennzeichen des Eisens kurz durchgehen, um zu sehen, wie sehr sich guter und harter Stahl vom Eisen unterscheidet.

1. Die Farbe giebt ein charakteristisches Kennzeichen ab. Nach dem Feinpoliren erhält der Stahl äußerlich eine weiße oder mehr lichtgraue Farbe und spielt nicht ins Blaue, wie das Eisen. Er nimmt auch eine höhere Politur und einen größeren Spiegelglanz an, als Eisen, und diese Politur steht mit seiner Härte und Dichtigkeit im Verhältniß. Man kann dies am besten bemerken, wenn man weiches Eisen mit mehr oder weniger hartem Stahl zusammen schweißt, und dem Stück durch Polirpulver den größtmöglichsten Grad der Politur giebt; ein geübtes Auge unterscheidet dann die verschiedenen Grade der Härte durch diese leichte Vergleichung sehr bald an der Farbe und am Glanz.

2. Der härteste Stahl hat, so lange er nicht gehärtet ist, einen körnigen, aber matten und nicht schimmernden Bruch. Durch Hämmern und Härten in einem geringen Hitzgrad wird das Korn oder das Gefüge sehr fein und erhält eine weiße oder eine mehr oder weniger lichtgraue Farbe. Je gleichartiger und feiner Korn und Farbe ausfallen, desto härter und besser ist

der

der Stahl. Je krobkörniger aber ein und derselbe Stahl nach dem Härten erscheint, in einer desto größeren Hitze war er gehärtet, und desto geringer ist seine Stärke und seine Härte. Sehnige oder adrige Stellen und ein blaues weißschimmerndes Korn deuten auf Eisen. Ein schimmerndes gelblichweißes Gefüge verräth einen unbändigen Stahl.

3. Die Farbe des Stahls läßt sich, so wie die des Eisens, auf dem nassen Wege durch Beizen mit Säuren auffinden; je härter der Stahl war, desto dunkelgrauer wird die Farbe. Auf dem trocknen Wege wird der Stahl beim Härten durch das Ablöschen auf der Oberfläche reiner und mehr gelblichweiß, als das Eisen, welches den dünnen schwarzen Glühspan gern zu behalten pflegt. Wenn sich auf der Oberfläche des gehärteten Stahls schwarze Ränder zeigen, so ist er weich und eisenartig.

4. Feuchte Luft hat weniger Wirkung auf den Stahl und er rostet darin nicht so leicht, als Eisen. Man schützt ihn übrigens eben so wie das Eisen gegen den Rost.

5. Im Allgemeinen hat der Stahl, wie wir in der zweiten Abtheilung gesehen haben, ein größeres specifisches Gewicht, als Eisen.

6. Durch die gehörige Bearbeitung und durch ein zweckmäßiges Härten erhält er eine größere Spannkraft und Härte, als das Eisen, wie die Stahlfedern zeigen (§§. 30. 31. 32.).

7. Stahl erhält durch Härten nicht allein eine größere Härte, sondern auch einen stärkern Klang als Eisen, wie man an den Triangeln und an den Glockenspielen sehen kann, die man aus Stahlscheiben macht und dadurch jeden beliebigen Ton, nach der Dicke, Beschaffenheit und Härtung des Stahls, hervorbringen kann. Vom Klange des Roheisens werde ich in der nächsten Abtheilung reden.

8. Zu

8. Zu feinpolirten Arbeiten ist er überhaupt dichter, als Eisen.

9. Er wird vom Magnet nicht so stark angezogen, als das weiche Eisen; auch nimmt er die magnetische Kraft nicht so schnell an, behält sie aber länger, weshalb man zu den Compaßnadeln und künstlichen Magneten Stahl anwendet (§§. 41-43.), welcher indeß nicht aus sehr braunsteinhaltigen Erzen erzeugt seyn muß, weil die magnetische Kraft durch dieses Metall geschwächt wird (§. 38, 14.).

10. Durch Hämmern und Reiben wird er stärker magnetisch, als Eisen, welches man an den Meißeln und englischen Feilen, die lange im Gebrauch gewesen sind, deutlich sehen kann. Eine Stahlart ist indeß mehr geneigt magnetisch zu werden, als die andere.

11. In der Wärme dehnt sich Stahl stärker aus, als Eisen (§. 44.).

12. Durch Härten oder Ablöschen im Wasser behält der Stahl fast dieselbe Ausdehnung, die er durch Erhitzen bekommen hatte, wenigstens zieht er sich nur sehr wenig zusammen; das Eisen zieht sich aber durch plötzliches Abkühlen in denselben Raum zurück, den es vor dem Glühen einnahm. Eine Stahlstange, die auf der einen Seite Eisenadern hat, zieht sich daher auch beim Härten krumm und nach der Seite hin, wo sich das Eisen befindet (§. 45.).

13. Stahl wird eher glühend und schmelzt in einem geringeren Hitzgrade als geschmeidiges Eisen, welches sich ohne Zusatz von Kohlenstaub, wodurch es erst Stahl und dann Roheisen wird (§§. 77. 78. u. f. f.), schwerlich zum Schmelzen bringen läßt.

14. Unter Befolgung gewisser Kunstgriffe läßt sich Stahl schmelzen und gießen, und bleibt dabei geschmeidig, welches bei dem weichen Eisen nicht so leicht gelingt (§§. 46. 76. 77, 6. 123. 124. 271, 10.).

15. Po-

15. Polirter Stahl läuft in der Wärme schneller und in einem höhern Grade mit Farben an, als Eisen (§. 49.).

16. Beim Glühen oder Kalciniren brennt der Stahl, bei einem gleichen Grade der Hitze und in einer gleich langen Zeit, nicht so stark ab, als weiches Eisen (§. 57.). Beim Kalciniren des Stahls bemerkt man eine hellblaue Flamme (§§. 56, 10. 273, 2. 275.), die zuweilen einen Schwefelgeruch hat, zuweilen nicht (§. 268, 4.).

17. Der Kalk, oder der Glühspan vom Stahl, ist rauher, härter, und daher zu Polirpulvern anwendbarer, als der vom Eisen (§§. 9, 4. 57, 7.).

18. In der Weißglühhitze schweißt oder schmelzt der Stahl zwischen Kohlen, vor dem Gebläse, theils mit reinen, hellen, theils mit rothen, aber nicht so zischenden Funken als das Eisen. Er verbrennt auch stärker in der Schweißhitze, und muß daher durch Schweißsand sorgfältiger bewahrt werden, damit er unter dem Hammer nicht zerfährt, wozu er um so geneigter ist, je härter er war. Wenn man einen Eisendeul aus dem Feuer bringt, so ist das Brennbare des Eisens so entzündet, daß es mit deutlicher Flamme brennt; bei einer Stahlluppe kann man aber solche Flammen nicht bemerken und außerdem hat sie eine röthere Farbe.

19. Durch vieles Schweißen, Umarbeiten, Umbiegen und Ausrecken, oder in einer lange anhaltenden starken Hitze, verwandelt sich der Stahl in Eisen, und zwar der Brennstahl schneller als der Schmelzstahl (§§. 44. 72. 75. 277, 2.). Man kann diese Verwandlung durch Zusätze befördern (§§. 71. 73.) *).

20. In

*) Guter Rohstahl wird durch mehrmaliges Umbiegen, Ausschweißen und Ausrecken gleichartiger und feiner, und bei einer vorsichtigen Arbeit, wobei das Verbrennen des Stahls verhütet

20. In einer starken Hitze, in Kohlenstaub gepackt, bedeckt er sich mit einer reißbleiartigen Haut (§§. 76, 1. 265, 2.) und wenn er mehreremale umgebrannt wird, erhält er eben die Sprödigkeit wie Roheisen (§§. 77, 7 und 12. 78, 1.).

21. Durch Digeriren mit Wasser in einer verschloßnen Flasche giebt der Stahl eine brennbare Luft (§. 215.), welche sich durch Eisen zwar ebenfalls, aber dem Anschein nach nicht in solcher Menge hervorbringen läßt.

22. Bei der Auflösung in Vitriolsäure giebt Stahl weniger brennbare Luft, als Eisen (§. 220.).

23. Vitriolsäure, Salpetersäure und mehrere andere Säuren greifen den Stahl zwar heftig an, sie lösen ihn aber nicht so schnell auf, als das Eisen; auch wird er durch Beizen mit diesen Säuren, nachdem er weicher oder härter war, heller, dunkler oder schwärzer grau gefärbt, wogegen das Eisen eine weiße Farbe behält (§§. 219. 228. 229.).

24. Beim Auflösen des Stahls in Säuren entsteht eine geringere Hitze, als bei den Auflösungen des geschmiedeten, vorzüglich des kaltbrüchigen Eisens (§. 227.).

25. Der Stahl erfordert mehr Salpetersäure, um sich vollkommen aufzulösen (§. 228, 5. 6.).

26. In der Kälte ist er härter und spröder, oder weniger geschmeidig, als reines Eisen (§. 69.).

27. Beim Verpuffen mit Salpeter giebt er Luftsäure, die das Kalkwasser trübt. Dies ist zwar bei anderen Eisenarten und auch bei dem weichen Eisen der

hütet wird, mögte es sehr schwer werden, guten Rohstahl in Eisen umzuändern. Guter Brennstahl kann wenigstens schon zehnmal ausgezogen und zusammengeschweißt werden, ohne daß er die erforderliche Güte verliert, obgleich er durch zu häufiges Umarbeiten allerdings weit eher seine stahlartige Natur verlieren würde, als Rohstahl.

der Fall, allein der Stahl giebt viel mehr Luftsäure (§. 253.).

Aus den hier zusammengestellten Eigenschaften des Stahls geht im Allgemeinen hervor, daß er bloß eine Abänderung des Eisens ist, welche ihren Grund in der größeren oder geringeren Menge der Bestandtheile haben mag, die bei diesem Metall veränderlicher seyn können, als bei einem anderen; so wie auch, daß er die Eigenschaft des reinen Eisens, in der Kälte und in der Wärme in einem gleich hohen Grade geschmeidig zu seyn, nicht vollkommen besitzt. Wir werden hierüber besser und richtiger urtheilen können, wenn wir erst die verschiedenen Verfahrungsarten, wodurch man dem Eisen eine größere Härte ertheilt, oder wodurch man es in Stahl verwandelt, näher kennen gelernt haben werden.

§. 258. Von der Uebereinstimmung des Roheisens mit Stahl.

Stahl unterscheidet sich vom Roheisen wesentlich dadurch, daß das Roheisen weder in der Wärme noch in der Kälte geschmeidig ist; beide kommen indeß in vielen Eigenschaften mit einander überein.

a. Roheisen erhält durch Umschmelzen und Poliren eine eben so lichte weiße Farbe, als Stahl.

b. Es läuft in der Hitze mit gleichen Farben an.

c. Es wird ebenfalls, obgleich etwas langsamer, magnetisch.

d. Durch Glühen und Ablöschen im Wasser wird es ebenfalls härter, und übertrifft den Stahl noch an Härte, wenn man es geschmolzen in Wasser gießt.

e. Es schmelzt leichter als Stahl, und viel leichter als Stabeisen.

f. Nach dem Härten giebt es mit Kiesel ebenfalls Funken, nur nicht so stark als der Stahl.

g. Die weicheren Roheisenarten scheinen durch Digeriren mit Wasser eben so viel brennbare Luft zu geben, als Stahl.

h. Durch Beizen mit Säuren läßt das Roheisen einen schwarzen Niederschlag fallen.

i. Roheisen rostet eben so spät, oder wird eben so langsam von der feuchten Luft angegriffen, als Stahl.

k. Gegossen klingt es wie Stahl.

Diese und mehrere andere übereinstimmende Eigenschaften des Stahls mit dem Roheisen machen es schwer zu entscheiden, ob sich der Stahl mehr dem geschmeidigen Eisen oder dem Roheisen nähert, vorzüglich weil sich das Roheisen eben so wie das Stabeisen, ohne Umschmelzen, aber durch die entgegengesetzte Behandlung, in Stahl verwandeln läßt. Es scheint daher, daß man den Stahl für ein Mittelding zwischen geschmeidigem Eisen und Roheisen ansehen muß.

§. 259. Von der Stahlbereitung überhaupt.

Ich habe im zwölften Kapitel meiner Abhandlung über die Verfeinerung des Eisens und des Stahls die verschiedenen am mehrsten bekannten Stahlarten aufgezählt, und mit Bezug darauf will ich hier die Verfahrungsarten bei der Bereitung derselben in möglichster Kürze angeben, um daraus einen Aufschluß über die Entstehung des Stahls zu erhalten *).

Das

*) Es würde eine überflüssige und undankbare Arbeit seyn, hier die Namen der verschiedenen Stahlsorten aufzuführen. Jede Stahlhütte, die in einigem Ruf steht, hat mehrere Sorten und Namen, die sich theils nach der inneren Güte, theils nach der Façon richten. Dem Stahlarbeiter kann mit einem leeren und immer unvollständig bleibenden Namenverzeichniß nicht gedient seyn, weil er die Beschaffenheit des Stahls nur durch sein Verhalten in der Arbeit kennen lernt.

Das Material zum Stahl sind entweder Eisenerze, oder Roheisen, oder geschmeidiges Eisen. Unmittelbar aus den Erzen und ohne weitere Umwege läßt sich der Stahl nur durch Schmelzen darstellen. Aus dem Roheisen wird der Stahl entweder durch Schmelzen oder durch Cementiren, d. h. durch Brennen in verschloßnen Gefäßen mit zweckmäßigen Zusätzen, bereitet, und eben so kann man ihn aus dem Stabeisen entweder durch Schmelzen oder durch Cementiren erhalten. Aller Stahl ist daher nur auf diesen beiden Wegen darzustellen.

Man kann zwar aus allen Eisenerzen Stahl oder stahlartiges Eisen ausbringen, allein es findet dabei ein großer Unterschied in Rücksicht der Menge und Güte des Stahls statt, wie ich schon im Cap. 2. §. 5. meiner vorhin angeführten Abhandlung gezeigt habe. Zu Eisenerz in Steiermark, in Schmalkalden und in Nassau-Siegen erhält man bekanntlich aus dem sogenannten Stahlstein oder Phlinz mit weniger Umständen und in größerer Menge Stahl, als geschmeidiges Eisen. Ich habe oben (§. 91.) mehrere Versuche mit einem sehr braunsteinhaltigen Eisenerz von Dingelwik in Daland angeführt, welches bei allen Schmelzversuchen in einem kleinen Ofen durchaus nicht die Natur des geschmeidigen Eisens annehmen wollte, sondern in den Frischstücken oder Luppen aus diesen kleinen Blaseöfen beständig als Stahl oder stahlartiges Eisen zum Vorschein kam. Wenn dieses Erz im Hohenofen geschmelzen ward, so erhielt man daraus ein weißes braunsteinhaltiges Roheisen, welches im Bruch dem Spiesglanzkönig ähnlich war und fast gar nicht vom Magnet gezogen ward. Auch aus diesem Roheisen konnte man im Frischfeuer nur Stahl oder stahlartiges Eisen, und letzteres nur mit vieler Mühe erhalten. Ein ähnliches Erz bricht in der Swartwickgrube im Kirchspiel Neukupferberg, welches das beste Materialeisen zum Stahlschmelzen liefert.

Bei

Bei genauerer Untersuchung würde man in Schweden wohl mehrere Erze auffinden, aus denen man Stahl bereiten kann. Hjelm hat zu diesen Untersuchungen (Abhandl. d. Schwed. Akad. f. 1778) die Bahn gebrochen, und in Bergman's (1774 herausgegebenen) Streitschrift, von den weißen Eisenerzen, findet man die beste Nachricht von den Kennzeichen der zum Stahlschmelzen brauchbaren Eisenerze. Es geht aus allen diesen Verhandlungen hervor, daß der Braunstein ein unzertrennlicher Begleiter aller bisher bekannten Stahlerze ist, und daß er sich auch in dem vorhin genannten Eisenerz von Daland befindet. Man hat daher allen Grund, die ältere Vermuthung für sehr wahrscheinlich zu halten, daß vorzüglich der Braunsteingehalt einigen Eisenerzen die Eigenschaft ertheilt, ohne einen besonderen Aufwand von Kunst oder Mühe, Stahl oder stahlartiges Eisen zu geben. Bis jetzt ist es indeß noch nicht entschieden, ob der Braunstein sich als Metall mit dem Eisen verbindet und mit demselben Stahl macht (obgleich es erwiesen ist, daß alles Roheisen aus braunsteinhaltigen Erzen Braunstein enthält), oder ob dieses Metall durch seine starke Anziehung zum Phlogiston oder zum Brennbaren nur bewirkt, daß das flüchtige Brennbare feuerbeständiger wird, und sich in der Schmelzhitze nicht so leicht vom Eisen trennt. Da nun der Stahl ganz entschieden mehr Brennbares enthält, als das weiche Eisen, so muß unter diesen Umständen die Stahlbildung auch leichter vor sich gehen, indem das Stabeisen nicht mehr Phlogiston zurückhält, als zu seiner völligen Metallität nöthig ist. Der größere oder geringere Braunsteingehalt der Eisenerze scheint daher das sicherste Kennzeichen zu seyn, die Erze in Rücksicht ihrer größeren oder geringeren Anwendbarkeit zum Stahlschmelzen zu prüfen. Wie man diesen Gehalt findet, ist aus der vorigen Abtheilung bekannt. Zuverlässigere Kennzeichen für diese Erze wer-

werden sich vielleicht in der Folge auffinden lassen. Es ist indeß gewiß, daß die Natur zur Darstellung eines guten Stahls mehr beiträgt, als die Kunst vermag, wie wir gleich weiter unten sehen werden.

§. 260. Vom Schmelzen des Stahls unmittelbar aus den Erzen in Stückösen.

Ich habe schon oben (§§. 92-94.) gezeigt, wie man durch den Castilianischen und durch mehrere fremde Frischprocesse Stahl und Eisen zugleich, durch unmittelbares Verschmelzen der Erze in den Rennfeuern, nicht in flüssiger Gestalt, sondern in Gestalt einer Luppe oder eines Frischstückes ausbringen kann; eben so haben wir auch gesehen (§§. 90. 91. 95.), wie man in den Bauernöfen in Daland und in den Luppenfeuern Stahl in gefrischten Klumpen erzeugt. Fast auf eben die Art ward vormals zu Eisenerz und zu Vordernberg in Steyermark der Stahl in den sogenannten Stückösen ausgebracht. Dies sind kleine Oefen, die unsern Daländischen Blaseöfen gleich kommen, von denen sie sich fast nur durch die größere Höhe unterscheiden. Schreber hat eine Beschreibung von Eisenerz in Steyermark geliefert, und dort sowohl als auch in Ferbers Beschreibung dieses Hüttenwerks (in seinen metallurgischen Abhandlungen 1780) findet man über diese Oefen nähere Auskunft. Sie sind jetzt als unvortheilhaft abgeschafft, und man hat statt derselben die sogenannten Floßösen und die Hohenösen eingeführt, welche das Materialeisen zum Stahl liefern. Ich will indeß den einfachen Schmelzproceß im Stückofen hier mittheilen.

Dieser Proceß bestand kurz darin, daß der Ofen mit 16 bis 17 Körben Kohlen gefüllt und angefeuert ward, worauf dann der Schmelzer (Pläer) abwechselnd

mit

mit seinem Gehülfen, jener 6 und dieser 7 Maaß (Kübel) Erz schichtweise mit Kohlen aufgab, so daß auf jedes Maaß Erz (welches etwa 130 Pfund wog) 3 bis 4 Körbe Kohlen kamen. Wenn diese 13 Maaß Erze niedergegangen waren, kam alles Eisen und Stahl in Gestalt eines großen Frischklumpens zum Vorschein, der mit dem Waschеisen und mit den Eisenbrocken oder Graglack zusammen gegen 23 Centner wog. Alsdann ward die einzige Oeffnung in der Nähe der Ofenbrust (der Kren), wo die Balgen liegen, aufgebrochen, die Balgen wurden abgerückt, die ganze Masse mit einer großen eisernen Krücke aus dem Ofen gezogen und dann in zwei Schirbel oder Stücken zerhauen, wovon der Ofen und die ganze Schmelzmethode auch den Namen erhalten haben. Der äußere Theil der Masse, der mehrentheils aus Eisen bestand, ward Graglack genannt, und der innere Theil, oder der Kern, lieferte das eigentliche Material zum Stahl. Weil der Ofen bei jedem Schmelzen niedergeblasen und das Gebläse ab- und angerückt werden mußte, so konnten wöchentlich nur 7 Schmelzen geschehen, wobei man zusammen 160 Centner Stahl und Eisen ausbrachte.

Jene beiden halben Massentheile, oder die beiden Stücke, wurden sodann in eine Art von Frischheerd gebracht, der den gewöhnlichen Frisch- oder Stahlfeuern fast ganz ähnlich war. In diesem Heerd bekamen sie die Weißglühhitze, wurden geschweißt, unter einem Wasserhammer zusammengeschlagen oder abgefaßt und dann unter demselben Hammer in mehrere kleinere Stücke getheilt. Dies Glühen ist eine Art von Schmelzen oder Frischen, wobei sich der Stahl zu einem vollkommenen Schmelzstück bilden kann, indem sich die Schlacke, die durch das Schlackenloch abgelassen wird, dabei abscheidet, und ein großer Theil des bei dem Stahl befindlich gewesenen und den Stahl umgebenden Eisens ebenfalls in Gestalt kleiner Frischen oder

Schmelz-

Schmelzstücke, sowohl im Feuer selbst, als auch beim Zerhauen unter dem Hammer absondert, welche nachher für sich allein zu Gute gemacht wurden. Die zerhauenen Stahlstücken wurden zu starken Quadratstäben ausgereckt, durch Ablöschen im Wasser gehärtet und in Stücken zerschlagen, die den Namen Rauch oder Rauheisen erhielten und die eigentlich Rohstahl waren, der nach dem Bruchansehen in bessere oder schlechtere Sorten getheilt und unter dem Gerbestahlhammer eben so, wie der gewöhnliche Rohstahl, aus Roheisen von Neuem raffinirt werden mußte.

§. 261. Von der Bereitung des Stahls aus Roheisen im Floßofen.

I. In Steyermark.

Nachdem man gefunden hatte, daß die Bereitung des Stahls durch das unmittelbare Verschmelzen der Erze zu einer Luppe oder zu einem Frischstück im Stückofen, mit einem zu großen Kohlenaufwand und mit einem beträchtlichen Zeitverlust verbunden war, schaffte man diese Stückösen, die nur noch an wenigen Orten in Kärnthen und Krain im Gebrauch seyn sollen, größtentheils ab, und führte statt derselben in Steyermark und an mehreren Orten die so genannten Floßösen ein, die von Ferber, Schreber, Jars und von mehreren Andern genau beschrieben und von Stockenström sehr genau untersucht worden sind.

Diese Oefen sind nach Art der Hohenösen eingerichtet, aber nur 16 Fuß hoch; der Schacht hat eine tonnen- oder eiförmige Gestalt, und besteht, wie das Gestell selbst, aus feuerfestem Thon. Die geröfteten Erze werden darin, wie im Hohenofen, auf Roheisen verschmolzen, welches nach seiner verschiedenartigen Beschaffenheit zur weiteren Verarbeitung zu Stabeisen

oder

oder zu Stahl sortirt wird. Das grelle bei einem starken Erzsatz erblasene Roheisen wird in Steyermark Weichfloß genannt; es ist gewöhnlich ungleichartig, undicht und löcherig, und wird in der Regel zu Stabeisen verarbeitet. Das Roheisen hingegen, welches bei einem schwächeren Erzsatz erblasen ist, und welches man sonst gaares Roheisen nennen würde, heißt dort Hartfloß oder spröder Floß. Es wird vorzüglich auf Stahl verarbeitet, ist dicht und fest, und hat theils einen feinstrahligen, spiegelnden, theils einen hell- oder dunkelgrauen Bruch. Noch hat man dort eine Mittelsorte von Roheisen, die weder Hart- noch Weichfloß ist *). Das Roheisen erhält dort die Gestalt von 4 bis 6 Fuß langen Gänzen, die man Floßen nennt. — Beim Abstich läßt man Eisen und Schlacke zugleich ab, bringt die Schlacke durch Begießen mit Wasser zum Erstarren, und zieht sie mit einer Krücke ab. Das Roheisen wird nachher, wenn es erstarrt ist, ebenfalls vermittelst eines kleinen Krahns auf die Seite gebracht. Ein Floß wiegt 5 bis 6 Centner, und alle 6 Stunden erfolgt ein Abstich.

Schreber hat die in Steyermark und zu Eisenerz vorkommenden Stahlsteine beschrieben, und in der Streitschrift von den weißen Eisenerzen findet man eine genauere Untersuchung derselben. Das Eigenthümliche dieser Erze, mit weniger Umständen guten Stahl als weiches Eisen zu geben, ist die wahre Ursache, weshalb die dortige Stahlbereitung die einfachste und vortheilhafteste ist. Der Stahlheerd ist zwar auch, so wie die Feuer

*) Jetzt werden in Eisenerz keine dunkelgraue Floßen mehr geblasen, auch sind die Abstufungen und Kennzeichen des Floßenbruches oft gar nicht von einander abweichend, und nur ein geübtes Auge kann erkennen, zu welcher Gattung Stahl oder Eisen es sich am besten eignet. Wegen des Mangangehalts der Erze fällt das Eisen gewöhnlich weiß aus. Durch die Errichtung von 36füßigen, mit guten Gebläsen versehenen Oefen, statt der alten 16-18füßigen Floßenöfen, hat sich der Betrieb der Eisenerzer Hütte sehr zum Vortheil geändert.

Feuer zum Stabeisenfrischen, mit Frischzacken eingefaßt, übrigens aber so wie die Rennfeuer oder wie die Zerrennheerde eingerichtet *). Man füllt den Heerd bis 2 oder 3 Zoll unter der Form mit Kohlenlösche an, die so stark mit Wasser angefeuchtet ist, daß sie sich mit Bequemlichkeit einstampfen läßt. Gerade vor und unter der Form wird dann die eigentliche runde Heerdgrube ausgehöhlt, die 12 Zoll im Durchmesser hat und 10 bis 12 Zoll tief ist. Die Form liegt 3 Zoll weit mit einer Neigung von etwa 2 Grad in den Heerd hinein; die Mündung derselben hat die gewöhnliche Größe. Die Balgdüsen liegen etwas mehr als gewöhnlich von der Formmündung zurück, damit das Gebläse einen trockneren Gang verursachen kann.

Beim Zerrennen oder Stahlschmelzen verfährt man auf folgende Art. Wenn der Heerd mit Kohlen gefüllt und das Feuer angefacht ist, werden die Stücken vom vorigen Stahlfrischen eingehalten, um sie unter dem Hammer auszurecken; zugleich werden aber auf dem Gichtzacken kleine Stücken Floß gesetzt, die beim Ausrecken der Stahlstücken nach und nach, mit einem Zusatz von etwas weniger Schlacke, in den Heerd langsam eingehen müssen. In 4 Stunden ist das Schmelzen beendigt und man erhält jedesmal etwa $\frac{1}{2}$ Schiffpfund guten und harten Stahl. Der Stahl, welcher sich unter dem Hammer als weich und eisenartig zu erkennen giebt, wird sortirt und besonders ausgehalten. Man verkauft ihn im Lande unter dem Namen **Mock** und wendet ihn zu Sensen, Hämmern und gröberen Manu-

*) In Steyermark selbst sind nur sehr wenig eigentliche Stahlfeuer, welche mit wirklichen Zackenblechen zugestellt sind. Sonst wird gewöhnlich auf die Eisenzerrennmethode gearbeitet, und nur der Zufall oder ein unmerklicher Unterschied der Qualität der Flossen ist Ursache, daß oft Stahl wird, welches der Arbeiter am wirklichen Bruch, aber fast immer schon früher beim Gang des Feuers bemerkt und alsdann dessen ferneren Behandlung eine andere Richtung geben kann.

Manufakturwaaren an. Der härtere Stahl wird nach dem Zerhauen des Schmelzstücks zu groben Quadratstäben ausgereckt, die in derselben Hitze noch gehärtet, dann zerschlagen, unter den Gerbstahlhammer gebracht, in fünf verschiedene Sorten getheilt und dann auf die gewöhnliche Art gegerbt werden. Der feinste Stahl hat den Namen Scharfachstahl. — In solchen Zerrennheerden können 3 Arbeiter täglich in 12 bis 15 Stunden, bei 2 Heerden und einem Hammer, 10 Centner Rohstahl schmieden, wobei das Roheisen nur 10 bis 12 Procent Abbrand erleidet, und der Kohlenverbrauch nicht größer, vielleicht noch geringer als beim Stabeisenfrischen ist, wozu viel längere Zeit, größere Kosten und ein bis zwei Procent mehr Abbrand an Roheisen nöthig sind. Die Floßen, welche auf Stabeisen verarbeitet werden sollen, müssen vor dem Verfrischen geglühet oder geröstet werden *), und eine gleiche Anzahl von Arbeitern kann täglich nicht mehr als höchstens 9 Centner Stabeisen abliefern. — Wer eine genauere Auskunft verlangt, den muß ich auf die von Ferber mitgetheilten Nachrichten verweisen.

II. In Kärnten.

Die Floßöfen, oder die kleinen Hohenöfen, sollen jetzt auch in Kärnten allgemein eingeführt seyn. Der Schmelz- und Frischproceß stimmt zwar mit dem Steyermärkischen fast ganz überein, man verwendet aber in Kärnten mehr Aufmerksamkeit auf die eigenthümlichen Einrichtungen zur Stahl- und Stabeisenbereitung, welches ohne Zweifel darin seinen Grund hat, daß die Erze etwas mehr Kunst und Vorsicht erfordern, um guten Stahl aus ihnen zu machen, obgleich sie im Allge-

*) Auch das Rösten oder Braten des Roheisens findet jetzt bei dem reineren Roheisen aus den Hohenöfen nicht mehr statt.

Allgemeinen den Steyermärkischen ähnlich sind. Vielleicht findet man sich zu dieser größeren Aufmerksamkeit auch dadurch veranlaßt, daß der Kärntner Stahl mehrentheils nach Italien oder ins Ausland gebracht wird, wogegen man den Steyermärkischen Stahl größtentheils im Lande selbst verwendet.

Bei den mehrsten Oefen in Kärnten läßt man das Eisen in eine runde ziemlich tiefe Sandgrube laufen, die einem Gaarheerd ähnlich ist. Nachdem die Schlacke gehörig abgezogen worden, wird die Oberfläche des Eisens behutsam mit Wasser besprengt, so daß das Eisen erstarrt und mit einem Haken, oder mit einer Krücke als eine dünne Scheibe abgezogen werden kann, worauf man es abermals mit Wasser besprengt, eine zweite Scheibe abzieht u. s. f. Man fährt mit dieser Procedur so lange fort, bis alles Eisen (wie das Kupfer beim Gaarmachen) in Scheiben von $\frac{1}{2}$ bis 2 Zoll stark gerissen ist. Das Eisen, welches die dünnsten Scheiben giebt, hält man für das beste. Diese Scheiben oder Blatteln dienen zur Bereitung des Stahls.

Wo keine Blatteln, sondern Floßen (von 5′ Länge, 1′ Breite und 4″ Dicke) abgestochen werden, schmelzt man diese in einem besondern Stahlheerde mit Stahlsinter, oder mit reicher Schlacke, die beim Hammerstock abfällt, ein, läßt die über dem Eisen stehende Schlacke ab, besprengt das geschmolzene Eisen mit Wasser und reißt es nach dem Erkalten ebenfalls in Scheiben, die einige Zoll dick sind. — Auf dem Boden des Feuers bleibt aber eine mehr oder weniger gefrischte Luppe zurück, die mehr eisenartig und nicht so spröde ist, als das in Scheiben gerissene Metall, welches oft schon dadurch zerspringt, daß man es auf die Hüttensohle wirft. Man nennt jene kleine Luppen Stahlboden; sie sind schon so weit gefrischt, daß sie durch ein einmaliges Niederschmelzen eisenartigen Stahl geben könnten.

Die

Die Stahlfeuer sind fast eben so eingerichtet, wie in Steyermark, nur sind sie nicht völlig so groß. Der Heerd ist mit Frischzacken eingefaßt und mit eingestampfter angefeuchteter Kohlenlösche angefüllt, worin der eigentliche Heerdraum in runder Gestalt, nach Art eines Gaarheerdes oder eines Rennfeuerheerdes, eingeschnitten ist. Der Heerd wird mit Kohlen angefüllt, das Feuer angefacht, das Gebläse angelassen, worauf zuerst die Stücken, die vom vorhergehenden Schmelzen in den Heerd gelegt worden sind, eingelassen und dann die vorhin erwähnte unterste eisenartige Masse von der ersten Operation, und zugleich etwas von dem Stahlboden auf den Gichtzacken gelegt und langsam eingeschmolzen werden. Findet der Stahlschmidt, daß sich eine Frischeisenmasse im Heerd angesetzt hat, so setzt er etwas von den oben genannten Scheiben, die unmittelbar von dem Abstich aus dem Floßofen erfolgen, oder von den Blatteln zu, die nichts weiter als reines Roheisen sind, welches einen Ueberfluß von Brennbarem hat, wovon es der weniger phlogistischen oder eisenartigen Frischeisenmasse so viel mittheilt, daß sich das Ganze in Stahl verwandeln kann. Sollte die Frischeisenmasse aber roh oder roheisenartig seyn, so setzt man die Brocken und den Abfall vom vorigen Stahlmachen und die undichten rohen Enden zu, die beim Verhauen der ausgereckten Stahlstäbe abfallen, worauf die Masse sogleich stahlartig wird. Zur Vermeidung eines zu starken Abbrandes, bringt man nach Umständen etwas Schlacke, und damit diese reiner, leicht und dünnflüssiger und die Stahlluppe selbst dichter ausfällt, auch wohl etwas weißen Quarz in den Heerd. Es werden etwa gleiche Theile Stahlboden und Blatteln mit einander verarbeitet, und wenn man nicht beide Sorten zugleich anwendet, so soll man keinen guten Stahl erhalten können. Abfälle und Brocken von den vorigen Arbeiten

und

und reine Kieselstücken scheinen eben so nöthig und nützlich zu seyn.

Wenn etwa 20 bis 30 Pfund als fertiger Stahl niedergeschmolzen sind, zieht man ihn heraus, läßt ihn unter einem Wasserhammer zusammenschlagen und zerhaut ihn in 4 oder mehrere Stücken, die dann in demselben Heerd, während ein neues Frischen gemacht wird, eingehalten, und zu einzölligen Quadratstäben von 8 bis 9 Zoll lang ausgezogen werden. Diese Quadratstäbe sind an dem einen Ende etwas schmäler, so daß man sie mit einer kleineren Zange anpacken und in einem anderen Heerd zu dünnen Zainen von $\frac{3}{8}$ Zoll im Quadrat unter einem leichteren Hammer ausrecken kann. Diese Zaine werden bei demselben Feuer gehärtet, mit einem Gemenge von nassem Gestübbe und von Stahlschlacke rein gescheuert und in 3 Fuß lange Kisten verpackt. — Dieser Stahl und mehrere Sorten davon, die auf Bestellung gemacht werden, gehen mehrentheils nach Italien; auch soll viel nach Triest und über Mailand nach der Türkei gehen, weshalb er bei uns auch unter dem Namen des Milanerstahls bekannt ist. Man hat den Versuch gemacht, ihn durch Brennstahl nachzumachen; weil die Eigenschaften desselben aber von diesem Kärntner Schmelzstahl außerordentlich abweichen, so hat derselbe weder Credit noch Absatz erhalten können. Gewöhnlich soll man in Kärnten nur zwei Stahlsorten machen, nämlich den eben genannten Milanerstahl und eine noch feinere Sorte, von welcher der Centner im Handel mit 3 bis 4 Gulden theurer bezahlt wird. Den Kärntner Stahl hält man im Allgemeinen für besser, härter und gleichartiger, als den Steyermärkischen, welches dadurch auch bestätiget wird, daß der Kärntner Stahl schon beim ersten Schmelzen oder als Rohstahl für eine gute Kaufmannswaare gehalten wird, und daß er nicht erst gegerbt seyn darf, welches bei dem Steyermärkischen gefordert wird. In Kärnten

ten wird aber auch der beste und reinste Stahl ausgesucht und der schlechtere wieder umgeschmolzen.

Mehrere andere Frischprocesse, um Stahl aus Roheisen zu bereiten, welche z. B. im Elsaß, in der Dauphiné, in Tyrol, Krain, Salzburg, Nassau-Siegen und an mehreren anderen Orten üblich sind, übergehe ich hier, weil man in mehreren Schriften, in Swedenborg's großem Werk: de ferro, in dem Dictionnaire des Arts, in der Beschreibung der Stahlproduktion im Elsaß u. s. w., darüber Auskunft erhält. Außerdem sind auch alle diese Processe von den eben beschriebenen Steyermärkischen und Kärtner Verfahrungsarten im Wesentlichen gar nicht verschieden *).

Ein

*) Die Rohstahlfabrikation in Nassau-Siegen und in der Grafschaft Mark weicht wesentlich von dem in Steyermark und Kärnten üblichen Verfahren ab, und ist in sofern vollkommner zu nennen, als man dadurch bloß guten Rohstahl und nicht nach Umständen Stahl oder Eisen erhält.

Bei den Hohenöfen wird die Beschickung zum Stahlmaterial nur in so weit geändert, daß man in der Regel $\frac{2}{3}$ von sogenanntem weißen Stahlerz und $\frac{1}{3}$ braunes Erz, zum Roheisen für die Frischfeuer aber $\frac{2}{3}$ braunes und $\frac{1}{3}$ weißes Erz setzt. Der Betrieb des Ofens bleibt unverändert. Beim Abstechen wird das Stahlroheisen in etwa 18 Zoll breite Platten von willkührlicher Länge, welche an den Rändern $1\frac{1}{2}$ bis 2 und in der Mitte 1 bis $\frac{1}{2}$ Zoll stark sind und das Roheisen zum Stabeisen in gewöhnlichen Gänzen abgegossen. Der Rohstahlschmidt zerschlägt sich das Roheisen, so wie er solches braucht, in Stücke. Die Rohstahlfeuer bestehen aus Platten, dem Formzacken, worauf die Form ruht, dem Hinterzacken, dem Gichtzacken (Niederblase) und dem Vorheerd, worin zugleich die Oeffnung zur Ablassung der Schlacke und zur Aufhebung des Deuls (Schrei) befindlich ist. Der Boden ist von Sandstein, 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll stark, liegt in der Mitte $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Zoll tiefer und neigt sich im Ganzen gegen die Gicht. Die Form, welche bei gaarem Roheisen 8 bis 9 und bei übersetztem Roheisen etwa 10 Grad sticht, legt man 6 Zoll über dem Boden, 12 Zoll vom Hinterzacken bis in die Mitte der Formöffnung, und läßt sie 4 Zoll über dem Formzacken in den Heerd gehen. Der Heerd ist gewöhnlich hinten 25, vorn 24 Zoll breit und 2 Fuß 8 bis 10 Zoll lang. Hinter- und Formzacken haben eine Höhe; Gicht und Vorheerd sind aber 8 bis 10 Zoll höher, je nachdem die Kohlen besser oder schlechter sind, indem die letzteren ein tieferes Feuer nöthig machen. Der Formzacken steht

hori

Ein großer Theil der im Druck erschienenen Beschreibungen ist so fehlerhaft, daß es sich nicht der Mühe lohnen würde, diese Quellen zu benutzen, und man muß sich oft über die unrichtigen Begriffe des Schriftstellers wundern, der durch seine Schriften belehren will, statt daß er selbst bemüht seyn sollte, sich in den Werkstätten gründliche Kenntnisse zu verschaffen. Uebrigens würde die ausführlichste und genaueste Beschreibung noch

horizontal in seiner oberen Kante, neigt sich aber 6 bis 8 Grad ins Feuer; der Hinterzacken steht horizontal, neigt sich aber auch wohl ein wenig gegen die Gicht und ein wenig aus dem Feuer. Die Gicht steht in der oberen Kante horizontal und neigt sich 2 bis 3 Grad aus dem Feuer, um den Schrei besser ausheben zu können. Ueber dem Gichtzacken befindet sich noch eine Platte, welche 3 bis 4 Zoll über die Gicht in das Feuer gelegt wird, theils damit das Feuer geschloßner ist, theils und vorzüglich damit sich die von Zeit zu Zeit aufzuschüttenden Kohlen nicht so fest vor der Gicht setzen können, weil sie schon zum Theil ausgebrannt erst dahin kommen. Die Balgdüsen stechen 22 bis 24 Grad, je nachdem das Roheisen etwas mehr übersetzt ist, oder die Kohlen schlechter sind, in welchen beiden Fällen ein mehr stechender Wind nöthig ist. Sobald der Heerd erwärmt ist, wird er zuerst am Hinterzacken und Vorheerd mit den kleinen Kohlen angefüllt, die vom vorigen Schrei aus dem Heerd gebracht worden sind. (So oft nämlich ein Schrei fertig ist, werden alle Kohlen aus dem Heerd über dem Hinterzacken weggeräumt, und der Schrei bleibt entblößt und von der auswendigen Schlacke gereinigt etwa ½ Stunde im Heerde liegen, damit er etwas erkaltet, und wird dann unter den Hammer gebracht und in 6, 7 bis 8 Stücke zerhauen.) Alsdann schüttet man in die Mitte des Heerdes und über der Form frische Kohlen, setzt auf diese an der Gichtseite 10 bis 20 Pf. von der Schlacke und den Stahltheilen, die beim Zerhauen des vorigen Schrei abgefallen sind, und sobald diese größtentheils niedergeschmolzen sind, legt man auch vor der Gicht ein Stück Roheisen von etwa 20 Pf. Sobald dies anfängt im Heerde in die Gaare überzugehen (welches der Stahlschmidt vorzüglich daran erkennt, daß es sich verdicken will), wird das zweite etwa 35 bis 40 Pf schwere Stück Roheisen eingesetzt und so nachher das dritte von 50 bis 60 Pf. Wenn dies wieder zur Gaare kommt, muß der Meister gut durcharbeiten und die Masse etwas gaarer wie das erstemal machen, ehe er zum viertenmal Roheisen einsetzt, damit nicht alles wieder dünne oder roh wird, sondern an den Rändern ein Kranz stehen bleibt und nur die Mitte durch das niederschmelzende Roheisen flüssig wird. Ist auch dies vierte Stück gaar geworden, so kann auf ähnliche Art noch zwei- auch dreimal Roheisen eingesetzt und gaar gemacht wer-

noch immer viel zu unvollkommen bleiben, als daß Jemand, der vorher noch gar nicht mit der Stahlproduktion bekannt war, dadurch in den Stand gesetzt werden könnte, eine praktische Anwendung davon zu machen, obgleich er vielleicht Fingerzeige zur Verbesserung seines Verfahrens darin finden kann.

§. 262. Von der in Schweden üblichen Methode, aus Roheisen Stahl zu machen.

Der Mangel an Stahlsteinen, oder an eben so guten und reichhaltigen stahlartigen Erzen, als man an den vorhin genannten Orten in Deutschland antrifft, ist Ursache, daß der Stahlhüttenbetrieb in Schweden nicht so vortheilhaft seyn kann. Es giebt indeß in Schweden mehrere Hüttenwerke, auf welchen Schmelzstahl aus gewöhnlichen Roheisenarten angefertigt wird. Man beobachtet dabei fast durchgängig ein und dasselbe Verfahren, welches am mehrsten mit dem in Nassau-Siegen üblichen übereinstimmt. Das Roheisen aus den gewöhnlichen Hohenöfen, woraus Stahl gemacht werden soll, wird in Gestalt kleiner Platten von 1 bis 2 Zoll dick gegossen; man nimmt dazu gewöhnlich das Roheisen vom Anfang der Campagne, wenn der Ofen seinen vollen Erzsatz noch nicht erreicht hat, welches dann einen halbgrauen feinkörnigen und zuweilen einen weiß

werden, und wenn das letzte Stück zur Gaare gebracht ist, so ist der Schrei fertig und wird nach dem Abkühlen ausgebrochen und zerhauen. Weil der Deul auswendig immer etwas roher bleibt, als in der Mitte, so werden die Stücken in pyramidaler Gestalt, deren Spitzen sich im Mittelpunkt des Schrei vereinigen, ausgehauen. Während des Einschmelzens schmiedet man die Stücken des vorigen Schrei in viereckige Stäbe von 1½ Zoll aus und in dieser Gestalt kommen sie in die Raffinirhütte. Aus 7 Ct. Roheisen müssen 5 Ct. Rohstahl geliefert werden; geschickte Meister liefern aber wohl 3 Ct. aus 4.

Ueber die Eisen- und Stahlmanipulation in der Herrschaft Schmalkalden findet man in Quanz vortrefflicher Schrift (Nürnberg 1799) die gründlichste Belehrung.

weiß und grau gemengten oder halbirten Bruch hat. Es muß auch mit Wasser abgelöscht oder gehärtet werden, damit sich der Sand, der einen rohen Gang im Feuer verursachen würde, rein abtrennt. In meiner Abhandlung über die Verfeinerung des Eisens, vorzüglich im Cap. 2. §. 5., habe ich die Eigenschaften, welche dieses Roheisen haben, und die Erze, aus denen man es vorzüglich erblasen muß, umständlich angeführt.

1. Die Stahlfeuer gleichen, in Rücksicht der Bauart und der Einrichtung der Stahlheerde, den gewöhnlichen Frischfeuern ganz vollkommen. Nur die Construktion und die innere Beschaffenheit des Feuerraums oder des Heerdes selbst ist etwas verschieden, und dieser Unterschied besteht vorzüglich in der Größe, indem der Stahlheerd nur halb so tief und auch übrigens enger als ein Frischheerd ist. Der Heerd besteht aus einem Bodenstein und aus drei Seitenzacken, die sämmtlich von Gußeisen sind *). Die Maaße des Feuers weichen zwar nach dem Gutdünken der Meister und nach der Beschaffenheit des Eisens um einen halben Zoll oder um etwas mehr ab, gewöhnlich sind sie aber folgende:

Der Formzacken steht senkrecht und mit seiner oberen Kante größtentheils horizontal. Die Entfernung des Bodens von der Form beträgt $5\frac{1}{2}$ bis $6\frac{1}{2}$ Zoll. Die Form, welche gewöhnlich von Kupfer ist, liegt 3 bis $3\frac{1}{2}$ Zoll weit und mit etwas Neigung in den Heerd.

Die Länge vom Mittelpunkt der Formmündung bis zum Aschenzacken beträgt $8\frac{1}{2}$ bis 9 Zoll, und vom Mittelpunkt der Form bis zum Vorheerd ist der Heerd 22 bis 25 Zoll lang. Die Brei e des Heerdes von der Form bis zum Gichtzacken ist 17 bis 20 Zoll. — Von dem oberen Rande des Schlackenzackens bis zum Boden beträgt die Tiefe 13 bis 14 Zoll, und von der oberen Kan-

*) Der Boden von Gußeisen würde oft kaum einen Schrei aushalten, weshalb es besser ist, ihn von Sandstein zu nehmen.

Kante des Gicht- und Aschenzackens ist das Feuer gewöhnlich 12 Zoll tief. Der Gichtzacken neigt sich etwas aus dem Heerde, damit der gefrischte Stahlklumpen (der Schrei) leichter aufgebrochen werden kann. Die Mauerung des Stahlheerdes ist mit einer großen eisernen Platte bedeckt. — Die Mündung der Form hat die Gestalt eines Halbkreises, der $\frac{7}{8}$ oder höchstens einen Zoll hoch, und höchstens $2\frac{1}{2}$ Zoll breit ist. — Die Balgen haben fast die Größe der gewöhnlichen Frischbalgen, sie sind nämlich 9 Fuß lang und hinten 4 Fuß breit. Die beiden Düsen liegen gewöhnlich 2 Zoll von einander entfernt, und stehen 6 Zoll von der Formmündung zurück, so daß der Windstrom den Seiten der Form folgen und gegen die Oberlippe der Formmündung anprallen kann, um dadurch eine Richtung gegen den Boden des Feuers zu erhalten. Der Boden der Formmündung darf nicht viel über $\frac{1}{8}$ Zoll dick seyn. Die geringste Abänderung beim Formmaul bringt eine bedeutende Verschiedenheit im Gange des Schmelzens hervor. Ist sie zu weit, so gehen zu viel Kohlen auf und der Stahl wird eisenartig; eine zu enge Form bewirkt dagegen einen rohen Gang. Das Gebläse muß so eingerichtet seyn, daß man es bequem verstärken kann.

Der Stahlfrischproceß selbst ist folgender: Wenn das in Platten gegossene Roheisen nicht schon beim Hohenofen zu kleinen Stücken zerschlagen ist, so muß dies noch unter dem Stahlhammer, und zwar auf die Art geschehen, daß man die Platten im Heerd rothglühend macht und sie dann unter dem Hammer in größere und kleinere Stücken zerschlägt. Das Feuer muß jedesmal die Nacht hindurch abkühlen, und wenn das Frischen dann mit Anbruch des Tages wieder angeht, wird der Heerd von der überflüssigen Schlacke gereinigt und mit reinen Kohlen gefüllt, worauf das Feuer angefacht, das Gebläse angelassen und zuerst etwa $1\frac{1}{2}$ Schaufel voll Hammer-

merstockschlacke gesetzt wird. Wenn diese Schlacke in den Heerd eingegangen ist, bringt man eine halbe Schaufel voll, oder etwa ein Liespfund von den zerschlagenen Roheisenstücken über Kohlen auf den Gichtzacken, dem Gebläse gerade gegenüber, und stürzt noch mehr Kohlen darüber. Das Gebläse muß dabei, so wie jedesmal, wenn man von Neuem Eisen in den Heerd bringt, langsam wechseln. Alsdann wird ein Schirbel vom vorigen Schrei über die Form gelegt, um dort die zum Ausrecken nöthige Hitze zu erhalten. Unterdeß schmelzt das aufgesetzte Roheisen nieder, und legt sich mitten unter der Form zu einer gefrischten Masse, oder zu einer so genannten Sule an. Das noch rohgebliebene Roheisen, besonders beim Aschenzacken, muß man nun vor den Wind zu bringen suchen; und wenn sich die Sule ganz angelegt hat, wird wieder eine Schaufel voll Roheisen, oder noch etwas mehr, auf eben die Art wie das erstemal aufgesetzt. Mit diesem Aufgeben des Roheisens fährt man ungefähr alle Stunden, und zwar 4 bis 5mal, in der angezeigten Art fort; oder richtiger: der Frischer muß jedesmal von neuem Roheisen aufsetzen, wenn das vorige ganz eingegangen und gefrischt oder zu Stahl geworden ist, und damit so lange fortfahren, bis sich der Schrei so hoch unter der Form angelegt hat, daß die Schlacke darin aufsteigen will, oder bis der Heerd nicht mehr fassen kann. Beim Schreimachen werden die vier Schirbel von der vorigen Arbeit zu $1\frac{1}{4}$-zölligen Quadratstäben ausgereckt, im Wasser abgelöscht und und gehärtet und dann an den Gerbstahlhammer abgeliefert.

Es erfordert einen erfahrnen, fleißigen und aufmerksamen Arbeiter, der das Verhalten des Eisens oder des Stahls im Feuer sehr genau kennt, und der die Erscheinungen richtig zu beurtheilen und in jedem Fall die zweckmäßigsten Mittel zu ergreifen weiß, um durch einen solchen Frischproceß einen guten Stahl aus dem

Roh-

Roheisen darzustellen, der weder mit vielem Eisen vermischt, noch zu unbändig oder zu wild, nämlich zu roh und zu roheisenartig ausfällt. Die Kunst des Frischers ist zwar von gewissen Regeln abhängig; ein Ungeübter würde aber keine Anwendung davon machen können, weil es hier auf ein geübtes Auge und auf Handgriffe ankommt. Die Geschicklichkeit des Stahlschmiedes besteht eigentlich darin, das Roheisen zur Geschmeidigkeit oder zum Frischen zu bringen, ohne daß es zu viel von seinem überflüssigen Phlogiston verliert, oder daß es zu Stabeisen wird, ohne aber auch zugleich roh zu bleiben, und zu viel Brennbares oder Roheisenartiges zu behalten. Der Feuerbau, die Manipulation bei der Arbeit, das Aufgeben des Eisens, der Schlacke und der Kieselsteine, das Ablassen der Schlacke, das Verstärken und Schwächen des Gebläses u. s. f., sind die Mittel, welche, zur gehörigen Zeit angewendet, zum Zweck führen. Der Stahlschmidt erlernt sie durch eine unendliche Menge vergeblicher Versuche und durch eine lange Uebung, ohne Theorie, obgleich sie alle hinterher vollkommen mit den theoretischen Grundsätzen übereinstimmen.

Die gewöhnlichsten Kennzeichen nimmt man:

a. von der Flamme im Heerd. Wenn sie sehr dick und gelblich ist, so geht es roh im Feuer; so wie sie aber hell zu werden anfängt, bekommt auch das Gut im Heerde eine weiße Farbe, und geht in den gefrischten Zustand über.

b. Wenn sich das Eisen im Heerd mit einer sehr rothen Farbe an der Brechstange ansetzt, so ist es noch roh, welches sich nach Umständen durch ein verstärktes Gebläse abhelfen läßt, indem das Eisen dadurch weich wird und in den gefrischten Zustand übergeht *).

c. Eine

*) Wenn das Eisen im Heerd noch so roh ist, daß es sich mit rother Farbe an die Brechstange ansetzt, so würde man es durch ver-

c. Eine dunkelrothe Schlacke ist eine Anzeige von einem rohen, eine weiße Schlacke aber ein Beweis von einem gaaren oder frischen Gang. Durch das Ablassen der überflüssigen Rohschlacke und durch einen Zusatz von neuer Gaarschlacke wird das Frischen im Heerd befördert. Ist die Schlacke zu dick, so kommt man mit einem Zusatz von reinen weißen Kieselsteinen oder von Quarz zu Hülfe.

d. Wenn alles gut geht, legt sich die Stahlsule eben, hart und gleichartig auf dem Boden an, und wenn man mit einer Brechstange hineinstößt, so wird sie gleichsam von einer anziehenden Kraft festgehalten, welches das beste Kennzeichen ist, daß der Stahl die gehörige Gaare erlangt hat.

e. Am Boden des Stahlfeuers ist der Schrei gewöhnlich härter, und oben hat er häufig eine eisenartige Beschaffenheit. Wenn man dies bemerkt, oder wenn sich sogar gefrischtes Eisen unter der Form anlegen sollte, so hilft man sich dadurch, daß man einige kleine Stücken Roheisen aufsetzt und eingehen läßt, wodurch das gefrischte Eisen wieder abgeschmolzen und in Stahl verwandelt wird. Ist der Gang im Feuer aber zu roh, oder behält der Stahl zu sehr die Roheisennatur, und will er sich nicht frischen oder anlegen, so sucht man dies durch einen Zusatz von geschmeidigem Eisen oder von eisenartigen Stahlbrocken und durch ein starkes Gebläse zu befördern.

Wenn auf diese Weise 6 bis 8 Liespfund Roheisen, in einer Zeit von 5, 6 bis 7 Stunden eingeschmolzen sind, und wenn sich der Frischer überzeugt hat, daß der Schrei fertig ist, so wird er wie gewöhnlich aufgebrochen,

verstärktes Gebläses noch roher machen. Es wird in diesem Fall etwas Hammerstockschlacke oder etwas gaare Schlacke zugesetzt, welche sich der Stahlschmidt besonders dazu aufhebt, und das Gebläse geht langsam, bis sich das Gut zur Gaare neigt; alsdann muß das Gebläse aber scharf angezogen werden, damit der Wind alles gehörig durcharbeiten kann.

chen, gezängt, abgedreht und in der Regel in 4 Stükken zerhauen, die dann, wie ich schon angeführt habe, ausgereckt werden. Ein Meister und sein Gehülfe können in einem Tage höchstens zwei Schmelzen machen, und dann muß der Heerd die Nacht hindurch abkühlen. Es lassen sich daher in einer Woche nicht mehr als 7 bis 8, oder höchstens 9 Centner Rohstahl darstellen *). Zu jedem Centner Stahl werden höchstens 10 Liespfund Roheisen aus guten Erzen, und ungefähr 13 bis 14 Tonnen Kohlen erfordert. Rechnungsabschlüsse haben ergeben, daß aus 46 Schiffpfund gutem Roheisen 42 Schiffpfund Rohstahl erfolgen, und dabei auf jedes Schiffpfund 36 bis 40 Tonnen Kohlen verbraucht sind. Wenn das Roheisen von vorzüglicher Güte und aus von Natur stahlartigen Erzen erblasen ist, und wenn die Arbeit im Feuer gut geht, so ist der Eisenabbrand nicht größer, als bei der Stabeisenbereitung, nämlich 23 Procent, auch läßt sich das Schiffpfund Rohstahl dann bei 30 bis 38 Tonnen Holzkohlen darstellen; wenn das Roheisen aber zum Stahlmachen nicht sehr anwendbar ist, so vermehrt sich der Abbrand bis auf 31 oder 32 Procent. — Zum Gerben des Rohstahls gehen bei der Anwendung von Steinkohlen durch den Abbrand etwa 20 Procent verloren; bei Holzkohlen pflegt der Abgang aber nicht über 12 Procent zu betragen, so daß im Durchschnitt für alle glückliche und unglückliche Schmelzungen zu einem Centner oder zu 132 Pfund gegerbten Stahl, 17 Liespfund oder 340 Pfund Roheisen erforderlich sind. Geschieht das Gerben bei englischen Steinkohlen, so kann man auf jedes zu verarbeitende Schiffpfund Rohstahl wenigstens 3 Tonnen, oder an Holzkohlen 8 bis 9 Tonnen rechnen.

2. An einem einzigen Ort in Schweden, nämlich zu Wedewäg im Lindner Bergrevier, findet ein etwas ver-

*) In Westphalen werden wöchentlich 20 bis 24 Ct. Rohstahl aus einem Feuer geliefert.

verschiedenartiger Stahlschmelzproceß statt, den ich hier erwähnen muß.

Die Stahlhütte enthält zwei Kneifhämmer an einem und demselben Gerüst, einen größeren und einen kleineren. Unter dem größeren, der etwa 16 Liespfund wiegt, wird der Schrei gezängt und zerhauen, und unter dem kleineren geschieht das Gerben des Stahls. Der Stahlheerd enthält zwei Feuer unter einer und derselben Esse, so daß wechselsweise in beiden geschmolzen oder gefrischt und gegerbt werden kann. Das Gebläse besteht hier bloß aus kleinen Kneifhammerbalgen, welche 7 Fuß lang sind und noch mit einer sogenannten Schwungruthe betrieben werden. Der Heerd liegt höher als gewöhnlich über der Hüttensohle, und hat daher einen trocknen Boden. Zum Bodenstein wendet man hier einen grobglimmerigen quarzigen Sandstein an, den man 14 Tage bis 3 Wochen gebrauchen kann, ehe ein neuer eingelegt werden darf. Ein Bodenstein von Roheisen würde auf einem so trocknen Grunde bald schmelzen; der Form- und Aschenzacken sind von Roheisen. Der Feuerbau und die Beschaffenheit der Form sind fast ganz nach den Maaßen, die ich oben angegeben habe, eingerichtet und sehr wenig davon verschieden. Der Heerd hat unter dem Formzacken die Gestalt eines Halbkreises, indem die Ecken, welche der Schlacken- und der Aschenzacken mit dem Formzacken machen, ausgesetzt sind. Die Form steht etwas weiter als gewöhnlich in den Heerd, nämlich 4 bis $4\frac{1}{2}$ Zoll, und die Tiefe des Feuers vom Boden bis an den Wind beträgt nur 5 Zoll, oder etwas weniges mehr. Der Heerd ist fast eben so breit als lang, nämlich zwischen 21 und 24 Zoll.

Man verarbeitet hier Roheisen aus Lindner und Norer Erzen auf Stahl, und hält das halbirte oder dasjenige Roheisen, welches grau und weiß zugleich ist,

für

für das beste. Das Roheisen wird zwar kalt zerschlagen, aber die Stücken, die nach der gewöhnlichen Verfahrungsart auf dem Gichtzacken aufgesetzt und langsam niedergeschmolzen werden, sind doch noch immer von beträchtlicher Größe. Die größten Stücke werden mit einer Zange festgehalten, damit sie nicht zu schnell in den Heerd eingehen. — Man giebt etwa 1½ Liespfund Roheisen mit einem mal auf, welches in einer Zeit von 3 bis 4 Stunden zu einer Stahlluppe von 1 Liespfund eingeschmolzen ist, die dann ausgebrochen und unter den Hammer gebracht wird. Alsdann wird wieder von neuem Roheisen aufgeben, womit man von 2 zu 2 Stunden fortfährt; indeß kann man täglich auf diese Art in 8 bis 9 Stunden nicht mehr als vier Liespfund Stahl darstellen, weil die übrige Zeit gewöhnlich zum Abkühlen des Heerdes erforderlich ist. Bei dieser Arbeit, so wie auch in den übrigen Stahlfeuern, ereignet es sich wohl zuweilen, daß die Schlacke und das Eisen eben so wie in den Frischheerden zu kochen anfangen; dann muß der Stahlschmidt dahin sehen, daß sich das kochende Gut schnell zur Sule anlegt, wobei er oft sehr viel Mühe hat, und dennoch eine eisenartige und ungleichartige Luppe erhält. Er hilft sich dann dadurch, daß er ein oder ein Paar Stücken Roheisen eingehen läßt, wodurch das Eisen wieder in Stahl verwandelt und die Luppe wieder gleichartig und oberhalb glatt und eben wird, wie sie eigentlich seyn soll.

Während das Roheisen bei diesem Schmelzproceß in den Heerd eingeht, wird der Stahl vom vorigen Schmelzen in demselben Feuer und durch dieselben Arbeiter gegerbt, welches in den übrigen Stahlfeuern nicht geschieht, indem das Gerben in besonderen Heerden und durch andere Arbeiter verrichtet wird. Bei einem guten Gange der Arbeit können ein Meister und ein Gehülfe wöchentlich nicht mehr als 4½ bis 5 Centner gegerbten Stahl von besseren und schlechteren Sorten liefern.

Der Schmelzproceß, die Bauart und die ganze Einrichtung ist übrigens am wenigen kostspielig. Es ist merkwürdig, daß man hier mit einem so kleinen und schwachen Gebläse, wie die mit Schwungruthen vorgerichteten Balgen gewöhnlich sind, ausreichen kann; deshalb erfolgt aber auch das Frischen langsamer, und der Stahl steht in Schweden nicht in dem Ruf vorzüglicher Güte, welches aber auch wohl von dem Roheisen, das dazu nicht ganz tauglich ist, herrühren mag.

§. 263. Vom Luppstahl.

Bei der deutschen Frischfeuerarbeit erhält man zuweilen, besonders wenn stahlartiges Roheisen verfrischt wird, kleine Frischstücke von einigen Pfunden, die theils reiner, größtentheils aber eisenartiger Stahl sind. Diese Frischstücken oder Luppen scheinen nach beendigtem Einschmelzen und Ausschmieden, wenn der Frischarbeiter in dem eingeschmolzenen Eisen rührt, und es mit der Schlacke zum Kochen bringt, gleichsam vor der Form zu schwimmen.

Man erkennt diese Stahlluppen (die man zuweilen aus dem Feuer nimmt, um sie besonders auszuschmieden und zum Verstählen der Stabhämmer oder zu anderen gröberen Arbeiten zu gebrauchen, weshalb man diesen Stahl auch Hammerstahl nennt) sogleich an ihrer Farbe, indem sie nicht so weiß, sondern röther als das Eisen sind. Man kann diese Luppen aber auch im Heerd lassen, und sie mit dem übrigen gefrischten Eisen verarbeiten, indem sie beim abermaligen Eingehen des gefrischten Eisens, oder beim Deulmachen, zu Stabeisen werden. Diese Stahlluppen verdanken ihre Entstehung den Roheisenbrocken, die zuerst in den gefrischten Zustand übergehen und sich zusammenbacken, ehe sie von der Hitze noch gehörig durchgewirkt sind und so viel Brennbares verloren

loren haben, als nöthig ist, um geschmeidiges Eisen zu werden.

Daß sich dies wirklich so verhält, geht daraus hervor, daß der Frischer beim Ausschmieden, und ehe das Roheisen noch ganz eingeschmolzen ist, oder sich als halbgefrischtes Eisen unter der Schlacke vertheilt hat, mit der Brechstange sehr häufig solche kleine zusammengelaufene Frischstücken oder Suhlen, die immer Stahl oder stahlartig sind, fühlen kann, und daß er diese Suhlen zuweilen sogar (welches indeß nicht seyn sollte) aus dem Feuer nimmt, sie an einem Stabe anschweißt und ausreckt, wie wir oben (§. 103.) bei der Suluschmiede gesehen haben.

§. 264. Vom Gerben des Rohstahls und des Messerstahls.

I. Vom Gerben des Rohstahls.

Ehe wir die Untersuchungen über den geschmolzenen Rohstahl verlassen, muß ich noch des zweiten Processes, der mit dem Stahl vorgenommen wird, und welcher ebenfalls eine Art von Schmelzung ist, die man gewöhnlich das Gerben des Stahls nennt, wodurch man ihn erst zur Kaufmannswaare macht, mit einigen Worten erwähnen. Ich habe schon vorhin (§. 261. II.) angeführt, daß der reinste und beste deutsche Rohstahl aus Kärnten sogleich zu feinen Stangen ausgeschmiedet und ungegerbt größtentheils nach der Türkey versendet wird, woselbst man ihn unter anderen zu damascirten Läufen und Klingen verarbeitet, und daß dieser Stahl bei uns unter dem Namen des Milaner Stahls bekannt ist, sich aber in seinen Eigenschaften vom Brennstahl sehr unterscheidet. Man weiß aus Erfahrung, daß alle Werkzeuge, die eine große Härte und Stärke erfordern, ohne dem Biegen unterworfen zu seyn, oder

Federkraft besitzen zu dürfen, z. B. Bergbohrer, Schmiedehämmer, Meißel für Steinhauer und Eisenarbeiter, Amboße u. s. f., am besten aus gutem, hartem und eisenfreiem Rohstahl oder Kärntner Stahl, der vor allem Stahl den Vorzug hat, gemacht werden. Weil aber der mehrste Rohstahl beim Schmieden etwas wild ist und zu feineren Arbeiten nach dem Härten zu spröde wird, und weil er größtentheils ungleichartig und mit Eisenadern durchzogen ist, so muß man diese Unvollkommenheiten zu heben und den Stahl für die Kleinschmiedearbeiter anwendbarer zu machen suchen; man muß ihm mehr Zähigkeit und Federkraft ertheilen und ihn dann zugleich nach seinen inneren Eigenschaften zu den verschiedenen Zwecken, wozu er verbraucht werden soll, sortiren u. s. f. Dies alles läßt sich durch das Gerben bewerkstelligen.

Eine umständliche Beschreibung des Stahlgerbens kann ich hier nicht liefern, sondern nur Folgendes bemerken. Der grobe Rohstahl, der gewöhnlich in $1\frac{1}{4}$ zölligen Quadratstäben ausgezogen wird, muß in den Rohstahlhämmern rothwarm in fließendem Wasser gelöscht und in Stücken geschlagen werden, welches sehr leicht bewerkstelliget werden kann, weil der Stahl beim Härten sogenannte Querrisse erhält, und dann beim geringsten Schlage ohne Klang (der auf weichen und eisenartigen Stahl hindeuten würde) zerspringt. Diese Enden werden vor der Form im Gerbstahlheerd auf glühenden Kohlen kreuzweise zu kleinen Haufen von 6 bis 8 Liespfunden aufgestapelt, mit Kohlen beschüttet und durch einen langsamen Gebläsewechsel bis zum Weißglühen erhitzt. Alsdann zieht man jedes Stück einzeln heraus, und reckt oder schmiedet es unter dem Gerbestahlhammer (der ein gewöhnlicher Kneifhammer von 12 bis 15 Liespfund schwer ist), zu dünnen, 2 Zoll breiten und $\frac{1}{4}$ Zoll starken Schienen aus, die in diesem erhitzten Zustande in fließendes Wasser geworfen

und

und gehärtet werden. Diese Schienen werden in Stükken von der Länge eines Fußes, oder zu noch kürzeren Stücken zerschlagen, je 12 oder 15 zusammengelegt (wobei man die kürzeren Enden in der Mitte mit hineinlegt), an dem einen Ende mit einer großen Zange gepackt, in den jetzt leeren Gerbstahlheerd gebracht und bis zum Weißglühen erhitzt, so daß sie an den Enden zu schmelzen oder sich zusammenzuschweißen anfangen, welches man durch einen Handhammer zu befördern sucht. In diesem Zustande wird das ganze Bündel mit einer besonderen Zange gepackt, unter den Gerbstahlhammer gebracht und dann zuerst an dem weichen Ende zusammengeschlagen, damit sich alle Schienen zu einem einzigen Stück verbinden. Dieses Ende wird nun mit einer anderen Zange gefaßt, und das noch ungeschweißte Ende dann eben so im Gerbstahlheerd und unter dem Hammer behandelt, bis der ganze Bündel endlich zu einem einzigen Stück von der Länge mehrerer Fuße geschweißt und ausgezogen ist. Wenn man dem Stahl viel Zähigkeit mittheilen will, so wird die erhaltene Stahlschiene in der Mitte auf ihrer flachen Kante eingehauen, zusammengebogen, abermals wieder zusammengeschweißt und nach den vorgeschriebenen Maaßen ausgeschmiedet. Dieses Umbiegen und Gerben wird oft mehreremale wiederholt, und so entsteht der einmal, zweimal, viermal bis achtmal gegerbte Stahl.

Die eigentliche Geschicklichkeit des Gerbstahlschmiedes besteht darin, daß er die Beschaffenheit des Stahls in den gehärteten Schienen nach dem Ansehen im Bruch mit völliger Zuverläßigkeit zu beurtheilen, und sich beim Zusammenlegen der Schienen nach ihren Eigenschaften und nach dem Gebrauch, den man von dem Stahl machen will, zu richten versteht. Zum Instrumentstahl muß er z. B. die härtesten Schienen von einem vollkommen gleichartigen Korn zusammenlegen. Zum Klingenstahl wählt er solchen Stahl, der eine mittlere

lere Härte besitzt, vollkommen gleichartig ist, und an den Kanten keine sehnigen Stellen zeigt. Zum Messerstahl kann er etwas weicheren Stahl nehmen. Zu Tischgabeln, Ladestöcken, groben Federn u. s. f. kann der eisenartige füglich gebraucht werden. — Die äußerste Schiene im Bündel oder in der Zange muß etwas dicker seyn, auch schadet es nicht, wenn sie etwas eisenadrig ist, wenn der Schmidt dann nur darauf Rücksicht nimmt, daß die Eisenadern außerhalb gegen die Kohlen gekehrt werden, wodurch das Eisenartige gänzlich vergeht. Das Abbrennen des Stahls beim Schweißen muß er durch Aufstreuen von trocknem, feingepochtem und mit Glühspan (so wie er vom Hammerstock abfällt) vermengtem Thon zu vermeiden suchen, weil sonst die Oberfläche des Stahls eine dünne Haut ansetzt, die sich wie Eisen verhält, so daß der Stahl eisenartig werden würde. Wenn man den kleinen Eisenadern in der einen oder der anderen Schiene eine solche Richtung giebt, daß sie gegen oder neben härteren Schienen zu liegen kommen, so verschwindet die Eisenader beim Schweißen und verwandelt sich in Stahl, wogegen der zu harte Stahl seine Wildheit verliert und sich besser verarbeiten läßt. Aller Stahl wird durch Gerben etwas weicher, aber der verhältnißmäßig am wenigsten, welcher aus stahlartigen Erzen erblasen ist. Kleine Fehler und Unvollkommenheiten lassen sich dadurch am besten übertragen und unbedeutend machen, wenn nicht beim Gerben selbst Fehler vorfallen, die darin bestehen, daß man beim Zusammenschweißen undichte Stellen zwischen den Schienen läßt. Die geringste kleine Oeffnung, die beim Gerben ungeschweißt bleibt, erhält beim Ausrecken des Stahls zu einem dünnen Stabe eine sehr bedeutende Länge. Man hat daher beim Gerben Kohlen von Birkenholz anzuwenden, weil diese eine durchdringendere Hitze geben; ganz vorzüglich muß ich aber die Anwendung

der

der Steinkohlen empfehlen *), indem man dadurch Hitzen von 7, 8 bis 9 Zoll lang hervorbringen kann, wogegen man bei Holzkohlen nicht über 2 bis 4 Zoll lange Hitzen zu bewirken im Stande ist. — In einem Gerbstahlheerd läßt sich so viel Stahl geben, als man in zwei Rohstahlfeuern produciren kann. In Rücksicht des Sortirens des Gerbstahls, des Materialaufwandes u. s. w., verweise ich auf die vorhin angeführten Schriften und auf meine Abhandlung von der Verfeinerung des Eisens und des Stahls.

II. Vom Gerben des Messerstahls.

Ich ward vor mehreren Jahren veranlaßt, dem Eisen-Comptoir einen Bericht über verschiedene Eisen- und Stahlfabriken abzustatten, worin ich die Bereitungsart von 30 verschiedenen Sorten Gerbestahl, wie er zu den verschiedenen Zwecken gebraucht ward, beschrieben habe. Unter diesen will ich hier nur eine Art von Messerstahl anführen, der in England lange unter dem Namen **Butscherstahl**, und in Deutschland unter dem Namen **Krampstahl** bekannt ist, und welcher sich zu Tischmessern ganz vorzüglich eignet, weil er, zu dünnen Messerklingen ausgereckt, eine gute Schneide giebt, die viel Zähigkeit und Stärke besitzt. Man hat die Bereitungsart lange geheim gehalten, bis der bekannte Messerschmidt **Engberg** diesen Stahl vor fast 40 Jahren auf der Fabrike zu Wedewåg zu verarbeiten anfing. Das Verfahren ist aber ziemlich in Vergessenheit gerathen, weshalb die Tischmesser jetzt auch häufig schlechter als vormals ausfallen. Das Ger-

*) Man wählt hierzu bekanntlich gern die backenden Steinkohlen, wenn man solche erhalten kann, weil diese ein natürliches Gewölbe bilden, unter welchem der Stahl ohne Zutritt der äußeren Luft die nöthige Hitze erhalten kann. In Ermangelung backender Steinkohlen hilft man sich durch künstliche gemauerte Gewölbe, welche durch das Zusammenhalten der Kohlen zur Ersparung des Brennmaterials beitragen.

Gerben dieser sehr nützlichen Stahlart wird zwar größtentheils auf die gewöhnliche Art verrichtet, allein das eigentliche Geheimniß besteht darin, daß man den härteren und weicheren Stahl zweckmäßig anzuwenden, und an der gehörigen Stelle eine dreikantige Eisenschiene mit einzulegen versteht, wobei das Verfahren vom Anfang bis zu Ende folgendes ist.

A. Der Rohstahl wird zu dünnen, $1\frac{3}{4}$ Zoll breiten und $\frac{1}{4}$ Zoll starken Schienen ausgereckt, bei derselben Hitze im Wasser abgelöscht oder gehärtet und in 18 Zoll lange Enden zerschlagen. Von diesen Stahlschienen werden 9 Stück (unter denen einige, die in der Mitte der Länge nach neben einander gelegt werden, sehr kurz seyn können) mit der Vorsicht über einander gelegt, daß 3 oder 4 Schienen, die sich auf dem Bruch als vorzüglich fein und hart zu erkennen geben, nach unten und auf diesen die weichern und schlechtern Sorten zu liegen kommen.

B. Auf diese neun Stahlschienen legt man ein eben so langes Stück zähes Eisen von $1\frac{1}{2}$ Zoll im Quadrat, dessen Kanten etwas niedergeschlagen oder niedergedrückt sind.

C. Ueber dieses Stück Eisen werden zuletzt wieder drei sehr harte, aber nicht besonders feine Stahlschienen gelegt, und aus dem Ganzen eine Zange gemacht, so wie sie Fig. 1. darstellt, in welcher

a. die oben genannten 9 ersten Schienen andeuten, welche den Unterstahl ausmachen und die Schneide der Messerklingen bilden;

b. ist das eingelegte Stück Eisen, und

c. der harte oder der Oberstahl, welcher zum Rücken der daraus anzufertigenden Messer kommt.

D. Der

D. Der ganze Bündel oder die ganze Zange wird mit einer gewöhnlichen Zange, wie man sie zum Gerben des Stahls gebraucht, angepackt und in den Gerbeheerd unter das wie gewöhnlich vorgerichtete Steinkohlengewölbe (wo man nämlich dieses Brennmaterial anwendet) gebracht. Wenn der ganze Bündel in eine vollkommne Schweißhitze gekommen ist, bestreut man ihn mit einem Gemenge von etwas trockenem Lehm und Glühspan, nimmt ihn heraus, schlägt ihn behutsam mit einem Handhammer gegen die mit eisernen Platten belegte Hüttensohle, giebt ihm noch einmal eine geringe Hitze, faßt ihn dann mit einer anderen bequemen Zange, mit welcher man alle Schienen gehörig zusammenhalten kann, und schmiedet ihn unter einem Wasserhammer und zwar zuerst am vorderen Ende aus.

E. Auf dieselbe Art wird dann auch das zweite Ende zusammengeschweißt, so daß man nur einen einzigen Stab erhält, welcher etwa 4 Fuß lang, 2 Zoll breit und 1 $\frac{1}{2}$ Zoll dick ist und in zwei gleich lange Enden zerhauen wird, die bis zur weiteren Bearbeitung liegen bleiben.

F. Außer jenem ersten legt man einen zweiten Bündel oder eine zweite Zange, aus 11 Schienen reinem, mittelmäßig hartem Stahl bestehend, der keine Eisenadern hat, zusammen, und schweißt und reckt diese Zange eben so aus, wie die erste, welches gewöhnlich in zwei Hitzen geschieht. Auch diese Zange wird, so wie die erste, in zwei gleich lange Stücken zerhauen.

G. Jedes dieser letzten Stücken (F) wird weißglühend gemacht, in zwei Hitzen zur doppelten Länge ausgezogen, und dann in der Mitte durchgetheilt, so daß beide Stücken zwar gleiche Länge und Breite mit den obigen (E) erhalten, aber nur halb so dick sind.

H. Nun nimmt man eins von den vorigen Stükken (E), legt an beiden Enden desselben eins von den letzten reinen Stahlstücken (G), biegt sie um und giebt dem Ganzen die Gestalt von Fig. 2., wobei

a. der Unterstahl ist, aus welchem die Schneide entsteht;
b. ist das Eisen, welches einen dreieckigen Strang bilden soll;
c. stellt den Oberstahl zum Rücken der Klingen vor, und g g sind die beiden Seitenstücken.

I. Diese drei verschiedenen und abgesondert zusammengelegten Stücken werden durch 2 oder 3 Hitzen (indem man für jedes Ende eine Hitze, und zuweilen für die Mitte eine dritte nöthig hat) zusammengeschweißt und zu 3 groben Stangen ausgereckt, von denen jede wieder weißglühend gemacht und zu zwei Stäben ausgezogen wird, so daß hiervon 6 und von der ganzen Masse 12 Stangen $\frac{9}{10}$ Zoll breit, $\frac{3}{8}$ Zoll stark und 6 bis 8 Fuß lang geschmiedet werden. Ihr Gewicht beträgt zusammen etwas mehr als einige 70 Pfunde. Im Handel bezahlt man 100 Pfund mit 8 bis $8\frac{1}{2}$ Thaler. — Wenn dieser Stahl gehärtet und zerschlagen wird, so hat er auf dem Bruch ein Ansehen, welches Fig. 3. in natürlicher Größe vorstellt, wobei die Buchstaben die bei H aufgeführten Eisen- und Stahlarten bezeichnen.

In diesem Stahl befindet sich gewöhnlich 1 Theil Eisen gegen 10 Theile Stahl. Die dreieckige oder herzförmige Figur, welche das Eisen bildet, ist vorzüglich merkwürdig und scheint daher zu rühren, daß das Eisen, weil dreimal mehr Unterstahl als Oberstahl vorhanden und jener auch weicher als dieser ist, beim Schmieden tiefer in den Unterstahl eindringt, indem der Stahl (wegen seiner größeren Masse) länger glühend

bleibt

bleibt und (wegen seiner größeren Weichheit) mehr nachgiebt, wogegen die nach dem Oberstahl zu gekehrte Seite des Eisens (wegen der größeren Härte und schnelleren Abkühlung des Stahls) durch die Hammerschläge flacher bleiben und endlich zwei Ecken bilden muß, indem er von dem an den Seiten befindlichen Stahl zusammengeklemmt wird. Die oben erwähnten 12 Stangen oder 70 bis 80 Pfund Krampstahl wurden von 2 zur Probe angestellten deutschen Schmieden in einer Zeit von Stunden angefertiget. Weil nur wenige Schmiede mit diesem Schmiedeproceß bekannt sind, so schien es mir der Mühe werth zu seyn, sie durch diese kurze Beschreibung der Vergessenheit zu entziehen.

§. 265. Von der Verwandlung des Roheisens in Stahl durch Brennen oder Cementiren.

Ich habe schon oben (§§. 73. 77. u. f. f.) durch mehrere Versuche dargethan, daß Stahl durch die Wirkung des Feuers mit und ohne Zusätze in Stabeisen verwandelt, und daß umgekehrt Stabeisen durch dieselbe Behandlung nach Umständen weicher oder härter werden kann. Eben so haben wir auch in der 5. Abtheilung gesehen, daß Roheisen auf demselben Wege, ohne es umzuschmelzen, als geschmeidiges Eisen dargestellt werden konnte. Es bleibt daher nur noch übrig, einige Versuche anzuführen, wie Roheisen durch bloßes starkes Glühen oder Cementiren in Stahl verwandelt werden kann, und wie sich die verschiedenartigen Zuschläge dabei verhalten, um dadurch einige Aufschlüsse über die Theorie der Stahlbereitung zu erhalten. Alle folgende Versuche sind in verklebten Tiegeln oder in Thonkisten, in welchen das Eisen mit den angeführten Materialien eingepackt lag, größtentheils im Stahlofen während der Zeit eines Brandes von 10 bis 14 Tagen, oder in einem kleinen Windofen angestellt worden.

1. Ohne Zusatz.

Es ist oben (§. 57, 9. 89, 1.) eines Versuches gedacht worden, wobei ein dünnes Stück Roheisen durch ein gleichförmiges, einige Tage lang anhaltendes Glühen im Blechglühofen durch und durch in geschmeidiges Eisen verwandelt ward. Bei allen Glühversuchen im offnen Feuer zeigen sich im Allgemeinen folgende Erscheinungen. Die Oberfläche bedeckt sich mit einem dicken Glühspan, unter diesem entsteht eine weiche stabeisenartige Haut, dann folgt etwas stahlartiges Eisen und inwendig bleibt das Roheisen unverändert; letzteres in dem Fall, wenn das angewendete Stück beträchtlich dick war, und wenn die Hitze nicht lange genug anhielt oder nicht stark genug war, um eine vollkommne Verwandlung zu bewerkstelligen. Wo Glühspan entsteht, kann man auch sicher voraussetzen, daß unter demselben eine Verwandlung des Roheisens in geschmeidiges Eisen statt gefunden habe, die nach der Beschaffenheit des Roheisens und nach dem Grade der Hitze mehr oder weniger bedeutend ist. Soll das Roheisen also in Stahl verwandelt werden, so muß man einige Zusätze ausmitteln, wodurch die Entstehung des Glühspans und der damit im Zusammenhang stehenden geschmeidigen Eisenhaut zum Theil verhindert wird.

Es wurden einige Stücken graues Roheisen ohne weiteren Zusatz in einen fest verschloßnen Tiegel gebracht und 12 Tage lang der Stahlofenhitze ausgesetzt. Beim Herausnehmen zeigten sie sich nur mit wenigem Glühspan bedeckt und waren durch das Phlogiston gegen den Ansatz desselben geschützt worden, verhielten sich übrigens gegen die Feile und unter dem Hammer sehr weich, obgleich sie sich warm nicht schmieden ließen. Das Roheisen erhält also durch langsames Glühen in verschloßnen Gefäßen im Stahlofen, bei einem geringen Abbrand und ohne alle Zusätze, zwar einen gewissen

Grad

Grad von Weichheit, aber keine vollkommene Geschmeidigkeit, oder es wird nicht durch und durch in Stahl verwandelt. — Ein anderes Stück Roheisen, welches in einem leeren Tiegel einer starken Windofenhitze ausgesetzt gewesen war, war zum Theil zu Tropfen geschmolzen, die sich zu einem Blech ausrecken ließen, welches sich beim Härten als reiner und feiner Stahl zu erkennen gab, zum Theil war es ungeschmolzen geblieben und mit Schlacke umgeben, und dieser ungeschmolzene Theil war weiches und geschmeidiges Eisen.

2. In brennbaren Körpern.

A. Ein reingeschliffnes Stück graues Roheisen, $\frac{1}{2}$ Zoll breit und $\frac{1}{8}$ Zoll stark, stand, in Kohlenstaub gelegt, 11 Tage lang im Stahlofen und verhielt sich beim Herausnehmen auf folgende Weise:

a. Es hatte etwa $\frac{1}{2}$ Procent am Gewicht zugenommen, ohne daß man darauf etwas Glühspan bemerkt hätte. Statt dessen war es aber mit einer reißbleiartigen Haut (§. 62, 5.) bedeckt und verhielt sich gegen den Grabstichel und gegen die Feile ganz weich.

b. Es hatte einen schwarzen Bruch und war an den Kanten etwas feinkörniger.

c. Es ließ sich weder kalt noch warm schmieden, sondern war ganz spröde.

d. Durch Ablöschen im Wasser verhielt es sich in der Mitte etwas stahlartig, und zeigte an den Kanten einen feineren weißen Rand.

Dünnere Roheisenstücke verwandelten sich durch dieses Cementiren zwar durchgängig in Stahl, der aber so spröde war, daß er sich glühend durchaus nicht schmieden ließ.

B. Ein Stück graues Roheisen ward mit Reaumur's Stahlcement, welches aus Kohlenstaub, Ruß, Asche

Asche und Kochsalz besteht, zu gleicher Zeit mit dem vorigen (A) in den Stahlofen gesetzt und cementirt, wobei es sich folgendermaßen verhielt

a. Im Bruch war es fast unverändert geblieben.

b. Gegen die Feile verhielt es sich weich.

c. Es ließ sich nicht kalt hämmern.

d. Als es im Frischheerd bis zum Weißglühen erhitzt worden war, so daß es zu schweißen und Funken zu werfen anfing, ward es durch Ablöschen im Wasser glashart, allein es bestand nur aus einer dünnen Rinde, die inwendig mit einer schwarzen Eisenrinde angefüllt war.

e. Diese Rinde war an einer Stelle zu einem Klumpen geschmolzen, der sich nach dem Glühen zu einer dünnen Platte ausrecken ließ, welche sich durch Ablöschen im Wasser als ein guter harter Stahl zu erkennen gab.

Eine andere Art von grauem Roheisen auf eben die Art cementirt, ließ sich kalt zwar etwas, aber rothglühend durchaus gar nicht schmieden. Ungeschmiedet geglühet und im Wasser abgelöscht, ward es äußerlich weiß und ganz hart, so daß keine Feile darauf wirkte. Im Bruch hatte es das Ansehen des Stahls und war feinkörnig, die Farbe war indeß dunkler, obgleich noch heller, als die des Roheisens.

Diese Versuche zeigen, daß Roheisen durch das Cementiren mit brennbaren Substanzen zwar eben so, wie das geschmiedete Eisen, die Eigenschaft erhält, durch Ablöschen im Wasser härter zu werden, wie dies beim Stahl der Fall ist, daß sich aber die Geschmeidigkeit zu gleicher Zeit dadurch nicht erlangen läßt, und daraus folgt, daß ein Körper, der schon vorher zu viel Brennbares enthält, durch einen noch größeren Zusatz nicht verbessert wird, sondern daß man vielmehr den ent-

entgegengesetzten Weg einschlagen und einen Theil des Brennbaren abscheiden muß, um jenem Körper Geschmeidigkeit zu verschaffen, oder ihn in wirklichen Stahl zu verwandeln *). Daher sind die hier folgenden Versuche mit solchen Erdarten, die das Brennbare mehr absorbiren als anhäufen, und zwar in eben der Art, als die im §. 73. aufgeführten Versuche über die Beförderung der Weichheit des Eisens, angestellt worden.

3. In Knochenasche.

Weil Reaumur die Knochenasche als den vorzüglichsten Zusatz zum Adouciren der Oberfläche des Roheisens rühmt, so habe ich mit derselben auch zuerst einen Versuch angestellt.

A. Ein in feinem Sande in Gestalt einer Degenklinge gegossenes Stück Roheisen von $\frac{3}{8}$ Zoll stark, von der Stückgießerei zu Åker, welches einen feinkörnigen hellgrauen Bruch hatte, ward 14 Tage lang in reiner weißer Knochenasche cementirt und verhielt sich so:

a. Es war weicher gegen die Feile, als vorher.

b. Unter dem Hammer zeigte es sich weich und ließ sich kalt ganz dünne ausschmieden, ehe es Kantenbrüche erhielt.

c. Im Bruch war es weiß und feinblättrig.

d. Rothwarm ließ es sich ausrecken, ohne Kantenbrüche zu erhalten. Unter einer Bedeckung von feinem Sande und mit einiger Vorsicht konnte man es auch schwei-

*) Obgleich das Roheisen durch Cementiren mit kohligen Substanzen nicht geschmeidig gemacht werden kann, so wird es dadurch doch weicher und verliert einen Theil seiner Sprödigkeit, worauf das Tempern der Gußwaaren beruht. Ein gutes Mittel, den Gußwaaren mehr Weichheit mitzutheilen, besteht darin, sie in eine Masse aus Thon und Kuhmist einzuschlagen und zu glühen.

ſchweißen und ohne Mühe zu einem ſchwachen Quadratſtabe ausrecken, wobei es weder Riſſe noch Brüche bekam.

e. Rothglühend im kalten Waſſer gehärtet und zerſchlagen, gab es ſich als ganz feiner Stahl zu erkennen. Nur äußerlich ward es mit einer dünnen Eiſenhaut überzogen, und ſchien daher durch eine zu lange angehaltene, oder durch eine zu ſtarke Hitze in geſchmeidiges Eiſen übergegangen zu ſeyn. Es ließ ſich indeß zu Grabſticheln auf Eiſen ſehr gut gebrauchen.

f. Nach dem Feilen und Poliren erſchien es ganz dicht und nahm eine ſo gute Politur als der feinſte Gußſtahl an.

B. Ein Stück feinkörniges graues Roheiſen ward in einem Gemenge aus gleichen Theilen Knochenaſche und Kohlenſtaub auf dieſelbe Art cementirt, worauf es nach dem Glühen und Ablöſchen im Waſſer eine bedeutende Härte annahm, und im Bruch das Anſehen eines groben Stahls erhielt. Es ließ ſich indeß nicht wie das vorige ſchmieden, ſondern bekam ſchnell Brüche und zerfiel unter dem Hammer. Ein anderes weißes Roheiſen zeigte ſich zwar etwas zäher, erhielt aber auch ſehr bald Kantenbrüche. Durch den beigemengten Kohlenſtaub ſcheint daher ein Theil der Wirkung der Knochenaſche wieder aufgehoben zu werden, welches ſich auch ſehr deutlich im Stahlofen zu erkennen giebt, indem wegen des darin befindlichen vielen Brennbaren faſt alles Stabeiſen in Stahl verwandelt wird, man mag einen Zuſatz nehmen welchen man will. Mehrere Verſuche mit einem Gemenge von Kohlenſtaub und Knochenaſche zur Verwandlung des Roheiſens in Stahl, gaben kein erwünſchteres Reſultat, indem ſich durchaus keine vollkommne Geſchmeidigkeit erlangen ließ. Durch Beſtreichen des Roheiſens mit einer Salbe von Queckſilber-

silbersublimat, und durch darauf folgendes Cementiren in dem obigen Gemenge von Knochenasche und Kohlenstaub ward das Roheisen noch schlechter und spröder. Eben so wenig konnte ich durch einen Ueberzug von fixem Salmiak etwas ausrichten.

C. Um meinen Vermuthungen Gewißheit zu geben, füllte ich eine Cementirbüchse oder einen thönernen Cylinder zur Hälfte mit einem Gemenge von Knochenasche und Kohlenstaub an, stellte eine Stange von dem bei dem Versuch A angewendeten Roheisen hinein und schüttete die zweite Hälfte mit reiner Knochenasche voll. Nach einem 4stündigen starken Brennen im Windofen war der obere Theil der Roheisenstange, welcher in reiner Knochenasche gestanden hatte, sowohl in der Kälte als in der Wärme geschmeidig und größtentheils bis auf einen kleinen Kern in der Mitte, der in so kurzer Zeit nicht unvollkommen durchbrennen konnte, in Stahl verwandelt. Die untere Hälfte der Stange, welche in dem oben angegebenen Gemenge gestanden hatte, war noch eben so spröde als vorher, und hatte im Bruch eine graue Roheisenfarbe; beim Ablöschen im Wasser härtete es sich, wie es das Roheisen gewöhnlich thut, aber nicht so stark als die obere Hälfte. Ganz unten war es in Schmelzung übergegangen, und der geschmolzene Tropfen war geschmeidiger weicher Stahl.

D. Ein anderes Stück Roheisen, welches schon vorher in einem aus Gallmeyblumen bestehenden Cementirpulver adoucirt und etwas ausgereckt, aber dadurch kantenbrüchig geworden war, ward von Neuem im Windofen mit Knochenasche gebrannt, und verbesserte sich dadurch ungemein, so daß es sich jetzt sehr leicht warm schmieden und härten ließ, und sich auch beim Zerschlagen als feiner Stahl zu erkennen gab. Nur äußerlich hatte es eine dünne Eisenhaut, war also schon auf dem Wege, in geschmeidiges Eisen überzugehen,

welches immer der Fall zu seyn pflegt, sobald ein Stück auch in der Mitte schon zu Stahl zu werden anfängt.

E. Ein $\frac{1}{2}$ Zoll starkes Stück Roheisen, welches durch Umschmelzen hart und weiß geworden war, ward in einer etwas stärkeren 6stündigen Hitze in reiner Knochenasche im Windofen gebrannt. Es verlor durch den Abbrand nicht mehr als $\frac{1}{2}$ Procent, und war zwar nicht vollkommen geschmeidig geworden, weil in der Mitte noch ein Roheisenkern übrig geblieben war, allein die äußere Hälfte hatte sich doch in Stahl verwandelt. Die Hitze war also für ein so dickes Stück zu schwach gewesen, indem ein dickeres als ein $\frac{1}{8}$ Zoll starkes Stück darin nicht durchbrennen wollte. Eine dünne Schale von grauem Roheisen war in dieser Hitze in der Knochenasche zu einem kleinen Klump geschmolzen, der sich rothwarm zu einem dünnen Blech ausrecken ließ. Nach dem Härten zeigte sich der mittlere Theil in harten Stahl verwandelt, die äußeren Flächen gaben sich aber als geschmeidiges Eisen zu erkennen.

F. Ein im Flammofen umgeschmolzenes, in einer Sandform gegossenes $\frac{1}{4}$ Zoll dickes Stück Roheisen von weißem Bruch ward 11 Tage lang im Stahlofen in Knochenasche gebrannt, und ließ sich dann mit einiger Vorsicht rothglühend zu einem dünnen Blech ausrecken, welches die Schweißhitze sehr gut aushielt und sich als ein feiner harter Stahl zu erkennen gab, der nach dem Härten eine ganz blanke Oberfläche erhielt. Beim Abschleifen kamen aber außerordentlich viele feine schwarze Punkte und undichte Stellen zum Vorschein, die ich bei mehreren Versuchen immer in dem im Flammofen umgegossenen Roheisen gefunden habe. Auch wenn das Eisen, statt im Sande, im Lehm gegossen war, zeigte sich dieselbe Erscheinung.

G. Derselbe Versuch ward mit zwei anderen Roheisensorten aus dem Hohenofen, nämlich mit einem Stück grauem gaarem und mit einem Stück weißem

grel-

grellem Roheisen angestellt. Beide wurden mit Knochenasche in einen hessischen gut verklebten Tiegel gebracht und 3 Stunden lang im Windofen der stärksten Hitze, die sich nur hervorbringen ließ, ausgesetzt, worauf sie mit dem Ofen zugleich erkalteten. Das graue Roheisen ließ sich kalt und noch besser warm vollkommen gut schmieden, und besaß eben die Zähigkeit als das weichste Eisen. Nach dem Ausschmieden ward es äußerlich durch Ablöschen im Wasser durchaus nicht gehärtet und beim Zerschlagen zeigte es sich auf dem Bruch als ein weiches kurzsehniges Eisen, mit einem Kern von dem feinsten Stahl, der sich durch kaltes Hämmern vom Eisen als von einer Rinde ablöste. Das weiße Roheisen war noch weicher geworden, und ließ sich von einem unförmlichen Klump zu einem dünnen Zain ausrecken, ohne die geringsten Kantenbrüche zu erhalten. Uebrigens verhielt es sich eben so als das graue Roheisen; es war äußerlich zu geschmeidigem Eisen geworden, und hatte in der Mitte einen Kern von feinem Stahl. Einen Abbrand durch Glühspan konnte ich fast gar nicht bemerken, auch war die Knochenasche ganz weiß geblieben, statt daß sie im Stahlofen grau wird.

H. Um einen Aufschluß über das Verhalten mehrerer Roheisenarten zu erhalten, wurden sie mit reiner Knochenasche in feuerfeste Thongefäße gebracht und 11 Tage lang der Hitze des Stahlofens ausgesetzt. Die Gefäße waren mit einem Deckel versehen und gut verklebt. Beim Oeffnen ergab sich folgendes:

a. Graues gaares Roheisen von der Stückgießerei zu Hällefors, in einem Tiegel umgeschmolzen und in einer Roheisenform zu einer $\frac{3}{8}$ Zoll starken kleinen Stange ausgegossen, so daß es ganz hart und weiß im Bruch geworden war. Nach dem Cementiren verhielt es sich ganz weich gegen die Feile und ließ sich auch kalt

hämmern. Im Bruch hatte es das Ansehen eines grobgeschmiedeten gleichartig grobkörnigen Stahls. In der Rothglühhitze ließ sich die kleine Stange zu einem dünnen $\frac{1}{8}$zölligen Quadratstab ausrecken, ohne Kantenbrüche zu bekommen, setzte aber einen dünnen Glühspan an. In der braunrothen Glühhitze, im Wasser abgelöscht, bekam es eine ganz weiße Oberfläche und ward glashart, zugleich aber auch etwas spröde. Im Bruch hatte es das Ansehen des feinsten Gußstahls, doch zeigten sich einige Spuren von einem nicht hinlänglich durchgebrannten Kern, der eine dunklere Farbe hatte. Beim Schmieden zeigte sich ein feiner Schwefelgeruch, der dem Brennstahl eigenthümlich zu seyn pflegt.

b. Eine $\frac{3}{16}$ Zoll dicke Scherbe von eben diesem umgegossenen Roheisen ließ sich noch dünner ausschmieden, ohne Kantenbruch zu bekommen. Nach dem Härten zeigte es sich auf dem Bruch als ein feiner Stahl, ohne alle Spuren von einem nicht durchgebrannten Kern.

c. Eine kleine $\frac{1}{4}$ Zoll dicke Platte von grauem Roheisen von Hällefors, die schon vorher etwas adoucirt worden war und einen schwarzen Bruch hatte, ward ganz geschmeidig und durchaus in feinen Stahl verwandelt. Aeußerlich waren aber einige schimmernde Ränder stehen geblieben, welches beim zweimaligen Cementiren stets der Fall ist.

d. Eine dünne Roheisenscherbe von derselben Art, die vorher ebenfalls etwas adoucirt und zugleich etwas ausgeschmiedet worden war, hatte sich durchgängig in Stahl verwandelt, war aber beim abermaligen Ausschmieden sehr zu Kantenbrüchen geneigt.

e. Ein runder gegoßner Roheisenzain aus halbirtem Roheisen von Hällefors ward durch Cementiren ganz weich. Es ließ sich rothglühend recht gut schmieden und war auch äußerlich durchgängig zu Stahl geworden,

inwen-

inwendig gegen den Mittelpunkt zu waren aber noch graue undichte Stellen geblieben.

f. Weißes Roheisen aus Danemorer und Utö-Erzen erblasen, und in Gestalt eines Messers gegossen, ließ sich zwar schmieden und war völlig zu Stahl geworden, allein es spaltete sich beim Schmieden, weil es gegen den Mittelpunkt zu nicht vollkommen adoucirt worden, oder eigentlich weil das Eisen aus verschiedenartigen Erzen erblasen war. — Ein flacher Stab aus eben diesem Roheisen, der inwendig einen deutlichen Kern von einer anderen Roheisenart enthielt, verwandelte sich ebenfalls in Stahl; der Kern ward dunkelgrauer Stahl, der sich beim Ausschmieden von dem äußeren helleren Stahl abtrennte.

g. Drei Stück $\frac{1}{2}$ Zoll starke Scherben von feinkörnigem, hellgrauem und zähem Roheisen, aus Sträszer Erzen im Lindner Bergrevier erblasen, waren keiner so starken Hitze ausgesetzt gewesen. Aeußerlich waren die Scherben mit einem weißen Pulver bedeckt, verhielten sich spröde und hatten im Bruch eine schwarze Farbe und auf der Oberfläche eine weiße glänzende Haut erhalten. Gegen die Feile und unter dem Hammer waren sie weich, ließen sich aber rothglühend nicht stark schmieden, sondern bekamen bald Kantenbrüche. Durch das Härten nach dem Schmieden wurden sie so hart als Stahl. Auf dem Bruch schienen sie aus zweierlei Sorten zu bestehen, in der Mitte zeigte sich nämlich ein grobkörniger hellgrauer Rand, äußerlich aber eine aschgraue feinkörnige Haut, die nach dem Härten gegen die Feile ganz hart geworden war.

h. Ein Stück Roheisen von Neukupferberg, größtentheils aus Swartwicker Erzen erblasen, ließ sich nach dem Cementiren sehr stark kalt hämmern, ohne Brüche zu bekommen, und konnte auch nur mit Mühe zerschlagen werden. Auf dem Bruch war es zähe, dunkelgrau, hatte nach außen einen hellen Rand und verhielt sich gegen die

Feile

Feile und gegen den Hammer ganz weich. Rothglühend ließ es sich ausrecken, ohne Brüche zu erhalten; durch das Härten nach dem Schmieden ward es auf der Oberfläche eben so rein, als der beste Stahl, und war dann ganz hart gegen die Feile. Nach der Oberfläche zu zeigte es sich im Bruch als der feinste Stahl, gegen den Mittelpunkt war es aber noch zum Theil schwarz und undicht, und wegen Mangel an gehöriger Hitze nicht völlig in Stahl verwandelt. Dies Roheisen war also mehr zum Stahlwerden geneigt, als das aus Lindner Erzen.

i. Ein weißes, sprödes und hartes Stück braunsteinhaltiges Roheisen aus Erzen von der Klapperudgrube in Daland ward vom Magnet durchaus nicht angezogen. Nach dem Cementiren war das ganze Stück dem Magnet folgsam, obgleich es durchaus nicht geschmeidig geworden, sondern eben so spröde als vorher geblieben war, und sich nur äußerlich mit einer weichen Eisenhaut überzogen hatte. Die Knochenasche war in der Nähe des Eisens auffallend grün gefärbt, welches auf den starken Gehalt an Braunstein, der in einer solchen Hitze grün wird, hindeutet.

Es ergiebt sich aus diesen Versuchen, daß Roheisen, ohne zu schmelzen und ohne seine Gestalt zu ändern, bloß in einem gehörigen Hitzgrad mit Knochenasche, die eine absorbirende Wirkung äußert, wodurch die Verwandlung befördert und der Abbrand vermindert wird, in Stahl und in geschmeidiges Eisen verwandelt werden kann. Es ist bei diesen Versuchen noch zu bemerken:

a. Wenn sich die Knochenasche fest am Eisen angelegt hatte, so war es zuverläßig (wenigstens nach außen) stahlartig geworden. Trennte sich die Asche aber leicht ab, so war die Oberfläche schon weiches Eisen, oder der Stahl hatte sich mit einer Eisenhaut bedeckt.

b. Beim

b. Beim Ausschmieden in der Weißglühhitze konnte man immer eine feine Flamme und einen Geruch nach Schwefel bemerken, so daß sich eine Säure in dem Eisen entbunden und mit dem überschüssigen Brennbaren zu einer Art von Schwefel vereiniget haben muß, welche Erscheinung auch bei dem zu Stahl gebrannten Stabeisen, obgleich nicht in dem Grade, statt findet.

c. Wenn sich Roheisen gänzlich in Stahl verwandelt hatte und dann ausgeschmiedet ward, erhielt es nach dem Härten eine ganz außergewöhnlich reine, weiße und blanke Oberfläche, und der Glühspan trennte sich als eine ganz feine Haut ab.

d. In einer geringen braunrothen Glühhitze nahm es schon eine vollkommene Härtung an.

e. Es war etwas spröder als gewöhnlicher Stahl.

f. Den besten Stahl, der nach dem Feinschleifen und Poliren einen völligen Spiegelglanz annahm und die Dichtigkeit des feinsten Gußstahls besaß, erhielt ich jedesmal aus den schon an sich zum Stahlwerden geneigten Roheisenarten, und zwar aus der weißen oder grellen Abart, besonders wenn dieses Roheisen im Tiegel umgeschmolzen, und in eine offne Form, worin es zwar schnell erstarren, aber doch in sich selbst dicht bleiben konnte, ausgegossen war. Ich habe diesen Stahl zu Federmessern und zu Grabsticheln versucht, und recht gute Klingen und Schneiden daraus erhalten, indeß war er nicht so beständig und etwas spröder als Gußstahl.

g. Beim Cementiren des Stahls aus Stabeisen läßt sich eine Eisenstange von $1\frac{1}{2}$ Zoll stark durchgängig in Stahl verwandeln; das Roheisen hingegen kann nicht durch und durch zu Stahl werden, wenn es in dickeren als $\frac{1}{4}$zölligen Stücken angewendet wird, obgleich ein stärkerer Hitzgrad und ein zweimaliges Cementiren die Stahlwerdung sehr befördern.

h. Roh-

h. Roheisen, aus verschiedenartigen Erzen oder bei einer unzweckmäßigen Beschickung erblasen, gab auch verschiedene Arten von Stahl, die sich beim Ausschmieden von einander ablösten und spalteten.

i. Roheisen, welches in bedeckten Formen gegossen war, worin es sich nicht mit völliger Freiheit zusammenziehen konnte, gab größtentheils undichten Stahl.

k. Roheisen, welches in der Knochenasche ohne Zutritt von Brennbarem zum Schmelzen gekommen war, hatte sich theils in Stahl, theils in Eisen verwandelt, je nachdem es weniger oder mehr Phlogiston verloren hatte.

4. In Kalk.

Wegen der großen Uebereinstimmung des Kalks mit der Knochenasche wollte ich zuerst das Verhalten desselben kennen lernen.

A. Gebrannter weißer Kalk. Er ward mit dem Roheisen in ein feuerfestes thönernes Gefäß gethan, welches in den Stahlofen oben auf den Stahlkisten, wo das Flammenfeuer am stärksten wirkt, hingestellt ward.

a. Ein halbrundes, weißes, grelles, $\frac{3}{4}$ Zoll starkes Stück Roheisen aus Danemorer Erzen. Nach 6tägigem Brennen in einer starken Hitze, worin sich die aus französischem Thon angefertigten Gefäße äußerlich mit einer Glasur überzogen hatten, fand ich das Eisen ohne Glühspan und äußerlich ganz unverändert; der ganz weiß gebliebene Kalk hatte sich aber fest angesetzt, und wenn das Eisen nach dem Erkalten einige Zeit liegen blieb, zog es Feuchtigkeit aus der Luft an und rostete, als wenn es mit etwas Salzartigem bestrichen gewesen wäre. Gegen die Feile verhielt es sich weicher als geschmeidiges Eisen, und vertrug auch starke Hammerschläge, ehe es Brüche bekam. Auf dem Bruch zeig-

zeigte es in der Mitte einen schwarzen Kern, nach der Oberfläche war es aber weiß, blank und glänzend, wie der frischgebrannte Stahl aus Stabeisen. Bei einiger Vorsicht ließ es sich in starker Rothglühhitze zu einem 1 Fuß langen, $\frac{1}{2}$ Zoll breiten und $\frac{1}{8}$ Zoll starken Stabe ohne Kantenbrüche ausrecken. Beim Feilen verhielt es sich als hartes Stabeisen, nach dem Härten im rothglühenden Zustande aber als reiner etwas weicher Stahl, etwa wie der gewöhnliche Luppstahl. Die Feile hatte auf ihn keine Wirkung. Beim Zerschlagen fand sich, daß es in der Mitte noch nicht ganz durchgebrannt, sondern etwas poröse geblieben war, wodurch sich auch die Neigung zum Rosten erklärt.

b. Das graue Roheisen, eben so behandelt, zeigte sich ebenfalls vollkommen weich gegen die Feile und unter dem Grabstichel, auch war der Bruch noch etwasgleichartiger, als der des weißen Eisens; allein es war mehr zum Rosten geneigt und hatte sich nach einigen Stunden durchaus mit einem braunen Rost überzogen. In der Rothglühhitze ließ es sich unter dem Hammer weder schmieden noch ausrecken, sondern zerfiel zu glänzenden Schuppen, die das Ansehen des Reißblei hatten, und verrostete nachher gänzlich.

B. Gebrannter grauer Kalk. a. Ein Stück weißes Roheisen von der Größe einer Bohne blieb 11 Tage lang im Stahlofen stehen. Der Kalk war ganz weiß geworden und das Eisen ließ sich kalt zu einem dünnen Blech austreiben, ohne Kantenbrüche zu bekommen. Nach dem Härten zeigte es sich nur in der Mitte als Stahl, an den Kanten war es weiches Eisen geworden.

b. Weißes, im Flammofen bei Steinkohlenfeuer umgeschmolzenes und in einer Sandform gegossenes Roheisen hatte sich zwar in Stahl verwandelt, allein es verhielt sich eben so als das in Knochenasche gebrannte

Roh-

Roheisen von derselben Art (3. F.), es war nämlich ganz undicht.

c. Dasselbe Roheisen, aber in einer Lehmform gegossen und vorher in Knochenasche gebrannt, blieb eben so undicht als das Roheisen b. Unter dem Hammer war es ganz weich und ließ sich ausrecken, ohne Kantenbruch zu bekommen. In der Rothglühhitze konnte es zu seiner doppelten Länge ausgezogen werden, ohne merkliche Brüche zu erhalten. Durch Ablöschen im Wasser härtete es sich ungemein und zeigte sich im Bruch als ein ganz feiner Stahl. Beim Glühen und Ausschmieden umgab sich dieser Stahl mit einer feinen blauen Flamme, wie mit einem Nebel, ohne jedoch einen merklichen Schwefelgeruch zu verbreiten. Die eine Seite war ziemlich dicht und rein geblieben, weshalb ich ein Drathzieheisen daraus machen ließ, welches sich bei der Anfertigung feiner Eisen- und Messingdräthe besser als gewöhnlicher Stahl verhielt, obgleich er dem Stahl in den ausländischen Zieheisen sehr nachstand.

d. Kleine Zaine von grauem Roheisen von Hällefors setzten nur auf der Oberfläche eine Stahlrinde an, die so tief eindrang, als das Roheisen vorher weiß gewesen war. Größtentheils war es inwendig noch schwarzgraues Roheisen geblieben, und ließ sich daher nur wenig schmieden.

e. Der bei A angeführte ausgeschmiedete Stahl aus Danemorer Eisen ward im grauen Kalk noch härter, aber etwas spröder, und erforderte eine größere Vorsicht, um ihn ohne Kantenbrüche auszuschmieden.

C. **Ungebrannter Kalkstein.** In feingepulvertem ungebranntem Kalkstein wurden 3 kleine Stäbe aus grauem Roheisen von Hällefors einer ähnlichen Behandlung im Stahlofen unterworfen. Nach dem Cementiren war der Kalk ganz fein und so hart gebrannt, daß er kaum mit Scheidewasser aufbrauste, sondern bloß

bloß eine hepatische Luft gab. Die Roheisenstäbe waren spröde, zeigten auf dem Bruch einzelne glänzende Punkte, und hatten unzählige undichte Stellen, die zum Theil mit weißlichgrauen Blumen, welche das Ansehen von Zinkblumen hatten, sich aber im Scheidewasser nicht auflösten und sogenannter Eisenamianth zu seyn schienen, angefüllt waren. Durch das Härten im Wasser gaben sich diese Stäbchen als einen harten, aber groben, undichten und spröden Stahl zu erkennen, der sich glühend nicht ohne Kantenbrüche ausschmieden ließ. Eine dünne Roheisenscherbe war dadurch hohl geworden, daß der innere roheisenartige Theil, nachdem sich die Oberfläche adoucirt hatte, geschmolzen und ausgelaufen war. Dieses ausgelaufene Eisen war ganz geschmeidig und hatte sich in groben Stahl verwandelt.

Mehrere andere Versuche mit gebranntem ungelöschtem, so wie auch mit gebranntem gelöschtem Kalk und mit verschiedenen Arten von Roheisen muß ich hier übergehen, und will bloß bemerken, daß der rohe Kalkstein, nach meinen Erfahrungen, zwar die Geschmeidigkeit des Roheisens befördert, daß er aber zum Stahlwerden nicht viel beiträgt, und daß er überhaupt die Entstehung des Glühspans begünstiget, oder den Abbrand vermehrt; der gebrannte, gelöschte sowohl als ungelöschte Kalk leisten dagegen bessere Dienste, obgleich man auf diese Weise weder aus dem weißen und noch weniger aus dem grauen Roheisen einen recht brauchbaren Stahl erzeugen kann.

5. In Kreide.

Folgende Roheisenarten wurden in gepulverter Kreide in einer 12 Tage lang anhaltenden Stahlofenhitze cementirt.

a. Grau-

a. Graues gaares und weißes grelles Roheisen von Danemora. Alle Stücken wurden ganz weich; außerhalb bekleideten sie sich mit einer Eisenhaut, unter welcher sich der Stahl befand; sie waren indeß nicht gut durchgebrannt, weil die Gefäße nicht Hitze genug erhalten hatten. Das grelle Eisen, welches am vollkommensten zu Stahl geworden war, ließ sich zu einer Klinge ausschmieden, die zwar eine recht gute Härtung annahm, aber eine sprödere Schneide als anderer Stahl gab.

b. Eine $\frac{1}{8}$ Zoll starke Platte aus weißem sprödem Daler Roheisen, welches vom Magnet nicht gezogen ward, blieb im Kreidepulver in einem gut verklebten Tiegel 3 Stunden lang in einer ziemlich gemäßigten Glühhitze im Windofen stehen. Inwendig sowohl als auch an den Seiten und auf der unteren Fläche, welche mit der Form, in welcher das Eisen ausgegossen war, in Verbindung gestanden hatte, war das Eisen eben so spröde und weiß geblieben als vorher; auf der oberen Fläche hatte es sich aber mit einer dünnen zähen Eisenhaut bedeckt, die sich ganz abtrennen und mehrere male hin und her biegen ließ, ehe sie brach, auch ward sie vom Magnet gezogen, der auf das inwendige Roheisen eben so wenig wirkte als vorher.

6. In gepulverten Eyerschaalen.

Das Roheisen verhielt sich darin eben so als in der Kreide, nur schien es noch etwas zäher geworden zu seyn.

7. In ungebranntem Gips.

Wie sich das Roheisen darin verhält, habe ich schon §. 61, 1. gezeigt. Das mehrste Roheisen wird nämlich theils in weiches Eisen verwandelt, theils wegen des durch die Verbindung der Vitriolsäure mit dem Brennbaren entstehenden Schwefels zerstört. Eine einzige Roh-

Roheisensorte von Oefwerrum verwandelte sich durch Cementiren mit ungebranntem Gips durchaus in wirklichen geschmeidigen Stahl.

8. In Schwerspath.

Ein dünnes Stäbchen halbirtes Roheisen von Hällefors ward mit Schwerspath im Stahlofen cementirt. Der Schwerspath war ganz zu einem schweren Klumpen zusammengesintert, der einen schwarzgrauen glänzenden Bruch hatte und stark nach Schwefelleber roch. Das Eisen war weich und halbgeschmeidig geworden, hatte aber keinen Glühspan angesetzt, und war inwendig und äußerlich schwarz; nahe an der Oberfläche hatte es sich indeß mit einer weißen glänzenden Haut bezogen. Nachdem es etwas überschmiedet und gehärtet war, erschien es als ein harter aber sehr spröder Stahl.

9. In weißem Feldspath

ward ein Stück grelles Roheisen 10 Tage lang im Stahlofen cementirt. Der Feldspath war mit den Wänden des Tiegels zu einer grauen, steinartigen, glasigen Schlacke geflossen, und das Eisen lag in dieser Schlacke ganz rein und blank, ohne Spuren von Glühspan. Im Bruch war es grau, hatte aber einen weißen glänzenden Rand und war in Stahl verwandelt worden. Hieraus folgt, daß der Feldspath nicht eher schmelzt, als bis die Hitze das überschüssige Brennbare aus dem Roheisen ausgetrieben und es in Stahl verwandelt hat, und daß der Feldspath ein sehr zweckmäßiges Mittel ist, Eisen gegen den Abbrand zu bewahren. Das Verfahren der Schmiedearbeiter, groben Feldspathsand beim Schweißen des Eisen anzuwenden, ist daher nicht ohne Grund. Der weiße Feldspath ist auch der beste.

10. In

10. In Kieselmehl, oder in zerpulverten Kieselsteinen.

Das Roheisen ward bei den folgenden Versuchen nur 3 Stunden im Windofen geglühet.

A. Ein Stück weißes Roheisen im verklebten Tiegel. Das Kieselmehl war pulverartig geblieben, und hatte nur in der Nähe des Eisens rothe Rostflecke erhalten, ohne sich aber am Eisen festzusetzen. Das Roheisen war nicht merklich mit Glühspan bedeckt, und ließ sich in der Wärme zu einer dünnen Platte ausschmieden, die bis auf $\frac{2}{3}$, von der Oberfläche an gerechnet, feiner Stahl geworden war, in der Mitte aber noch einen Kern behalten hatte, dessen weiße Farbe in eine schwarze übergegangen und der in diesem Grade der Hitze nicht zu Stahl geworden war. — Aus diesen Versuchen scheint hervorzugehen, daß es zur Verwandlung des Roheisens in Stahl nichts weiter bedürfe, als das Brennbare durch die Wirkung der Hitze zu vermindern, und daß die Zusätze gar nicht einmal von absorbirender Art seyn dürfen, wenn sie nur zur Verminderung des Abbrandes wirken, welche Vermuthung durch mehrere Versuche, bei welchen das Eisen in solchen Substanzen cementirt ward, die weder absorbirend wirkten, noch Salz oder Phlogiston enthielten, auffallend bestätiget wird. Wendet man aber solche Körper an, die das Verdunsten des brennbaren Wesen verhindern, so läßt sich eine Verwandlung des Roheisens in Stahl schwerlich bewerkstelligen. Um mich hiervon genauer zu überzeugen, stellte ich folgende Versuche an.

B. Ein Paar Scheiben von feinkörnigem, grauem, gaarem Roheisen im Sande gegossen, $\frac{5}{10}$ Zoll stark, wurden mit feingestoßenem grünem Glas in einen hessischen Tiegel gebracht, und in einem Windofen zuerst einer gelinden Hitze, dann aber bei verstärktem Feuer vier Stunden lang dem äußersten Schmelzgrade aus-

ge-

gesetzt. Nach dem Erkalten und Zerschlagen des Tiegels war alles Roheisen zu einem ganz reinen, blanken und dichten Regulus geschmolzen, der gar nichts am Gewicht verloren hatte. Dieser Regulus war gegen die Feile und gegen den Meißel weich, wie geschmeidiges Eisen; glühend ließ er sich aber nicht ausschmieden, ohne sogleich Kantenbrüche zu bekommen, obgleich er sich unter dem Hammer ganz außerordentlich weich verhielt. Durch das Ablöschen im Wasser härtete er sich sehr, und hatte einen feinkörnigen, matten, weißen, aber nicht durchgängig glänzenden Bruch. Er war daher noch wirkliches Roheisen, welches eben in eine Art von Gußstahl übergehen wollte, wenn es nicht durch die Glasdecke, welche die Verdampfung des Brennbaren verhinderte, davon abgehalten worden wäre.

Dieser Versuch zeigt auch zugleich, daß, wenn das weiche und graue Roheisen, mit Beibehaltung seiner vorigen Weichheit (so daß es sich noch mit der Feile, mit dem Meißel und mit dem Bohrer, oder auf der Drehbank bearbeiten läßt), umgegossen werden soll, ein Zusatz von gewöhnlichem, leichtflüssigem, grünem Glas, welches die Verdampfung des Phlogistons verhindert, die Weichheit nicht allein erhält, sondern auch befördert, und alle in Vorschlag gebrachten Zusätze überflüssig macht, vortrefliche Dienste leistet. Es ist indeß wohl zu bemerken, daß das auf diese Art adoucirte Roheisen wieder hart, spröde und weiß im Bruch wird, wenn man es plötzlich durch das Gießen in eine kalte Form zum Erstarren bringt, und es nicht langsam erkalten läßt. Am besten thut man daher, wenn man das geschmolzene Roheisen nach und nach mit dem Ofen zugleich unter der Glasdecke erkalten läßt.

11. In Sandsteinmehl.

Eine Roheisenscherbe, die vorher schon im Kalk gebrannt und etwas gehämmert worden war, ward noch einmal mit gepulvertem gothländischen Sandstein, der mit Scheidewasser aufbraust, im Stahlofen cementirt. Das Sandsteinpulver behielt dieselbe graue Farbe, die es vorher hatte, brauste aber nicht mehr mit Säure. Das Roheisen ließ sich nach diesem Cementiren besser schmieden als vorher, und zeigte sich nach dem Härten als ein feiner, aber nicht harter Stahl.

12. In gebranntem, weißem, kölnischem Thon.

Ein Stück weißes Roheisen ward in diesem Thon 10 Tage lang im Stahlofen cementirt, wodurch es einen hellgrauen Bruch bekam, und sich unter dem Hammer und gegen die Feile ganz weich verhielt. Nach dem Glühen und Ablöschen im Wasser ward es hart und zeigte sich auf dem Bruch durchgängig als grober Stahl. Der weiße Thon war schwarzgrau und zusammengesintert, aber nicht geschmolzen.

13. In weißer Magnesia.

Weißes Roheisen in Talkerde cementirt, zeigte sich in der Hitze und in der Kälte geschmeidig, und war zu weichem Stahl geworden. Die Magnesia hatte eine graue Farbe bekommen, und löste sich in Scheidewasser unter Entbindung von hepatischer Luft auf.

14. In Alaunerde.

Ich hatte diese Erde aus Alaun durch den Niederschlag mit Alkalien erhalten; sie war zwar ausgesüßt, aber wahrscheinlich nicht vollkommen von aller anhängenden Vitriolsäure befreit worden. Das in dieser Alaunerde im Stahlofen cementirte Roheisen hatte sich in Stahl verwandelt, bekam aber wegen des Rothbruchs beim Schmieden Kantenbrüche.

15. In

15. In Kühltonnenschlamm.

Dieser Schlamm oder Niederschlag bestand aus Eisenocker und einem kleinen Antheil von Alaun, oder von dem Salz, welches man gewöhnlich aus dem vitriolischen Colcothar erhält. Ein dünnes Stück Roheisen, welches damit 12 Tage lang im Stahlofen cementirt worden war, bedeckte sich mit einer schwarzen, weichen und biegsamen Eisenhaut, die sich mit einem Messer leicht von dem übrigen Eisen abtrennen ließ, welches sich gegen die Feile und unter dem Hammer ganz weich verhielt, sich auch kalt zu Blech und rothglühend zu einem dünnen Zain ausrecken ließ, ohne in beiden Fällen Kantenbrüche zu bekommen. Braunroth gehärtet zeigte es sich als feiner Stahl, der noch mit einer dünnen Eisenhaut bedeckt war, und sich beim Schmieden ungewöhnlich weich erhielt.

16. In gepulvertem, gebranntem, französischem Thon mit $\frac{1}{4}$ Schwefelkies gemengt.

Ein $\frac{3}{8}$ Zoll starkes, im Flammofen umgegossenes Stück weißes Roheisen ward 12 Tage lang im Stahlofen mit jenem Gemenge cementirt, wodurch es eine Rinde von Rohstein erhielt, die sich leicht von dem übrigen Eisen abtrennte, welches einen grauen körnigen Bruch erhalten hatte und ganz weich geworden war. Als es bis zum lichtrothen Glühen erhitzt ward, warf es rothe runde Schweißfunken, und konnte ohne Kantenbrüche nicht ausgeschmiedet werden. Nachdem es etwas überschmiedet und im Wasser abgelöscht worden war, erhielt es eine weiße Oberfläche, härtete sich und gab sich als ein unbändiger grobkörniger Stahl zu erkennen.

17. In 9 Theilen gebranntem Thon und 1 Theil Alaun.

Mit diesem Gemenge ward ein Stück weißes Roheisen von Neukupferberg cementirt, wodurch es einen

schwarzen Bruch erhielt und ganz weich geworden war. Rothglühend ließ es sich zu einem dünnen Blech ausrecken, ohne Kantenbrüche zu erhalten. Nach dem Härten hatte es auf dem Bruch das Ansehen von Stahl, der nach außen ganz fein, inwendig aber grobkörnig war.

18. In unausgelaugter Birkenasche.

Weil die Schwefelsäure nach obigen Versuchen kein wirksames Mittel ist, um Roheisen in Stahl zu verwandeln, so mußte ich noch die Wirkungen der alkalischen Erden untersuchen. Ich brachte deshalb ein Stück weißes, im Flammofen bei Steinkohlen umgeschmolzenes und in einer Sandform gegossenes Stück Roheisen, welches 21 Centner wog, mit unausgelaugter Birkenasche auf die vorhin beschriebene Art in einen gut verklebten Tiegel, und setzte ihn einer 12tägigen Hitze im Stahlofen aus. Das Roheisen hatte dasselbe Gewicht erhalten, und eine ganz reine Oberfläche bekommen; es ließ sich kalt feilen und hämmern, auch rothwarm ohne Kantenbrüche ausschmieden. Geschmiedet und rothwarm im Wasser abgelöscht ward es ganz hart, und hatte auf dem Bruch das Ansehen eines feineren und besseren Stahls, als durch das Cementiren mit Kalk. — Ich habe diesen Versuch mit mehreren Roheisenarten in Asche von Fichten- und Tannenholz, aber mit einem minder glücklichen Erfolg, wiederholt, indem sich das Roheisen nur auf der Oberfläche bis $\frac{1}{10}$ Zoll tief in Stahl verwandelte.

19. In Braunstein.

A. Ein Stück hellgraues feinkörniges Roheisen, $\frac{1}{4}$ Zoll stark, ward mit Braunstein in einen bedeckten und gut verklebten Tiegel gethan und 11 Tage lang im Stahlofen erhalten. Das Roheisen war ganz blank und hatte keinen Gewichtsverlust erlitten; im Bruch war

war es durchgängig weiß und feinkörnig, und ließ sich leicht und ohne Kantenbrüche rothglühend zu einer kleinen Federmesserklinge ausschmieden, die sich nach dem Härten als ganz harter und feiner Stahl zu erkennen gab, der eine vortrefliche Politur annahm und auch eine ziemlich gute Schneide abgab. Der Braunstein war von Lexand aus Daland; er hatte sich grün gefärbt und fest am Stahl angesetzt, ohne jedoch geschmolzen zu seyn. Schwarzer Braunstein von Klapperud aus Daland verhielt sich eben so und bekam durch Brennen ebenfalls eine schöne grüne Farbe. Ein mehr schwarzgraues Stück Roheisen ward durch Cementiren mit Braunstein zwar ebenfalls zu Stahl, allein von geringerer Güte, auch hatte das Roheisen mehr als ein Procent Abbrand erlitten.

B. Der Versuch ward mit weißem grellem Roheisen wiederholt, welches ich mit Braunstein von Klapperud in einen Tiegel brachte, diesen gut verklebte und ihn 4 Stunden lang einer starken Glühhitze im Windofen aussetzte. Das Roheisen war zwar ebenfalls auf der Oberfläche stahlartig geworden, allein es hatte auch zugleich Glühspan angesetzt, unter welchem der Stahl mit einer Eisenhaut bedeckt war. Der Abbrand betrug etwas über 10 Procent. Das Eisen ließ sich in der Kälte ausrecken, und rothglühend zu einer dünnen Platte ausziehen, die man zusammenbiegen konnte ohne zu brechen. Inwendig war aber ein dunkelgrauer Roheisenkern geblieben. Daß im Stahlofen kein Abbrand statt fand, rührte ohne Zweifel von dem vielen in diesem Ofen befindlichen Brennbaren und von der stärkeren Hitze her, die mehr reducirend als verschlackend wirkt.

20. In Gallmey.

Das Roheisen ward mit einem Gemenge von gebranntem und fein gemahlenem polnischem und unga-

rischem Gallmey in feuerfeste Thongefäße gethan und in den Stahlofen gebracht.

a. Ein plattes, $\frac{1}{4}$ Zoll dickes, im Flammofen umgeschmolzenes, weißes und hartes Stück Roheisen blieb 12 Tage lang im Feuer. Das Eisen hatte keinen Glühspan angesetzt, war weich geworden und zeigte einen weißen spiegelnden Bruch, wie das zu Stahl gebrannte Stabeisen. Rothglühend ließ es sich zu einer $\frac{1}{8}$ Zoll starken Platte schmieden. Ich schrotete ein Stück davon mit einem Meißel ab, und reckte es zu einem vierkantigen Grabstichel aus, der nach dem Härten auf dem Bruch das Ansehen von feinem Stahl hatte, und dem besten Brennstahl gleich kam. Die Roheisenplatte war ebenfalls Stahl; sie erhielt nach dem Härten und Schleifen einen vortreflichen Glanz und eine vollkommene Politur, und ließ sich zu einem fein polirten Stockknopf und zu einer Drathziehscheibe verarbeiten.

b. Ein $\frac{1}{2}$ Zoll starkes, grelles, weißes Stück Roheisen von Norberg ward durch diese Cementation zwar ebenfalls weich, erhielt auch einen körnigen Bruch und war zu Stahl geworden, allein dieser Stahl war nicht so fein. Weil das Stück etwas unförmlich und dick gewesen war, so war noch ein Kern von Roheisen übrig geblieben, und deshalb brach es auch beim Schmieden ab. — Der Gallmey, welcher vorher eine röthlichgelbe Farbe gehabt hatte, und sehr wenig vom Magnet gezogen ward, war aschgrau und dem Magnet wie reiner Eisenfeilspan folgsam geworden. Er hatte seinen ganzen Zinkgehalt verloren und löste sich in Scheidewasser mit großer Heftigkeit, fast wie reines Eisen auf.

c. Ein Stück graues gaares Roheisen auf eben die Art in rothem Gallmey cementirt, verhielt sich fast eben so und nahm eine gute Härtung an; auf der Oberfläche zeigten sich aber einige Spuren von einer Eisenhaut.

d. Dasselbe Resultat erhielt ich bei einem andern Stück Roheisen von derselben Art, welches mit Gallmey

oder mit Zinkblumen und mit darüber gelegtem französischem Thon cementirt ward. Die Gallmeyblumen waren gänzlich verschwunden, allein das Eisen hatte keinen Glühspan angesetzt und war auf der Oberfläche zu Stahl geworden.

21. In Reißblei.

Reaumur hat schon in den 1722 herausgegebenen Zusätzen zu seiner Abhandlung über das Adouciren des Roheisens, die Wirkung des Reißblei auf Roheisen in der Glühhitze beim Cementiren gezeigt. Er wendete es theils in verschlossenen Tiegeln, theils als Ueberzug an, konnte dadurch aber nur bewirken, daß die Oberfläche des Eisens etwas weicher ward, wozu indeß die Hitze wohl das mehrste beigetragen haben mag. Weil aus jenen Versuchen nicht hervorgeht, ob das Roheisen durch diesen Zusatz zu Stahl oder zu geschmeidigem Eisen ward, schien es mir nöthig zu seyn, jene Versuche noch weiter zu verfolgen.

A. Eine $\frac{3}{10}$ Zoll starke Roheisenscherbe ward mit gepulvertem Reißblei, welches gewöhnlich unter dem Namen **Plumbago** verkauft wird, und welches Scheele (Abh. d. Schwed. Akad. B. 40.) auch unter diesem Namen beschrieben hat, in ein feuerfestes Cementirgefäß gethan und wohl verklebt in den Windofen gebracht. Es ward zuerst gelindes Feuer gegeben, welches aber nach und nach einige Stunden lang so verstärkt ward, daß der feuerfeste Thon eine Glasur erhielt. Ich ließ alles mit dem Ofen zugleich langsam erkalten, und fand dann das Reißblei unverändert und die Roheisenplatte ganz blank und rein, ohne Spuren von Glühspan, weicher als vor dem Versuch, aber viel spröder und mürber. Der feinkörnige, hellgraue, äußerlich mit einem weißen und harten Rande gezeichnete Bruch des Roheisens war jetzt schwarz und grobglimmerig geworden und hatte das Ansehen des gewöhnlichen Reißblei. Es ließ sich we-

weder warm noch kalt hämmern, sondern bekam sogleich Brüche, und zwar in einem höheren Grade, als gewöhnliches Roheisen. Rothglühend im Wasser abgelöscht nahm es durchaus keine Härte an, sondern ward vielmehr so mürbe, daß es sich unter dem Hammer leicht zerpulvern ließ. Das Reißblei brachte also eben die Wirkung hervor als Kohlenstaub, und zwar in einem noch höheren Grade, indem das Roheisen noch mehr überschüssiges Phlogiston aufnahm, als es vorher schon hatte. Dieses Verhalten kann auch nicht auffallend seyn, wenn man erwägt, daß das Reißblei, nach Scheele, eine Art mineralischer Kohle ist, welche aus Luftsäure mit sehr vielem Phlogiston besteht, und welche zufällig etwas Eisenerde enthält, indem das Reißblei mit grüner Erde zusammen vorkommt.

B. Kaltbrüchiges Stabeisen, ganz auf dieselbe Art behandelt, verwandelte sich in feinen und harten Stahl, der eine reine blanke Oberfläche erhielt, ohne Blasen zu bekommen. Beim Ausschmieden ergaben sich mehr Spuren von Rothbruch als von Kaltbruch (indem kleine Kantenbrüche entstanden), und nachdem das Eisen, ohne gehärtet zu seyn, erkaltet war, ließ es sich stark hämmern ehe es brach, worauf ich unten (§. 270.) wieder zurückkommen werde.

§. 266. Von den Ursachen der Verwandlung des Roheisens in Stahl beim Schmelzen.

Die eben angeführten Versuche, Roheisen bloß vermittelst einer starken Glühhitze in Stahl zu verwandeln, hatten vorzüglich den Zweck, einige Aufschlüsse über die Ursache zu erhalten, warum das Roheisen in den Stahlheerden eher Stahl als Stabeisen wird. Aus allen Erscheinungen geht hervor:

a. Daß ein gewisser Grad von Hitze allein schon hinreicht, um jene Wirkung hervorzubringen, wenn das

das Roheisen ganz allein in gut verschloßnen feuerfesten Gefäßen, oder mit solchen feuerbeständigen Substanzen umgeben ist, daß es durch diese Zusätze nichts Fremdartiges erhalten kann (Vers. 10. 12.).

b. Daß grobe erdartige Theile weder sich abscheiden noch hinzutreten dürfen, indem das reine Roheisen geschmeidig werden kann, ohne seine Gestalt zu verändern (Vers. 3. 4. 17-20.).

c. Daß gröbere, feuerbeständige, brennbare Substanzen das Roheisen spröder machen, als es vorher war, und daß es dadurch sogar in Reißblei verwandelt werden kann (Vers. 2. 21.).

d. Daß das Roheisen, wenn alle Verdampfung durch einen Glasfluß gehindert wird, seine roheisenartige Natur behält und spröde und ungeschmeidig bleibt (Versuch. 10. B.).

e. Daß Zusätze von Schwefel und mineralischer Säure zwar die Weichheit des Eisens befördern und die Verwandlung in Stabeisen aber nicht in Stahl bewirken helfen (Vers. 14. 17.).

f. Daß Roheisen in einem geringeren Grad der Glühhitze schnell verschlackt wird und Glühspan ansetzt, daß es aber in einer starken Schmelzhitze ohne einen bedeutenden Abgang und ohne Verschlackung zu Stahl werden kann. Deshalb thut der Gallmey auch die beste Wirkung (Vers. 20.), indem das viele Phlogiston des verdampfenden Zinks wahrscheinlich zuerst das Ansetzen des Glühspans verhinderte, bis die Hitze so stark ward, daß solche Verwahrung nicht weiter nöthig war, indem sie dann frei auf das Roheisen wirken, demselben den überflüssigen Antheil vom Brennbaren entziehen und es dadurch in den ersten Grad der Geschmeidigkeit, nämlich in den Zustand des Stahls, versetzen konnte. Wenn die starke Hitze noch länger angehalten hätte, so würde das Eisen wahrscheinlich den höchsten Grad

der

der Metallität erhalten haben, oder geschmeidiges Eisen geworden seyn.

g. Auch scheint der nach der Verflüchtigung des Zinks zurückgebliebene Gallmey, der nichts weiter als eine mergelartige Eisenerde war, zur Absorbtion des Brennbaren bei jenem Versuch sehr viel beigetragen zu haben, weil das Eisen in dieser Erde so reducirt oder so metallisch geworden war, daß es dem Magnet fast wie reiner Eisenfeilspan folgte.

h. Ist die Hitze nach der erfolgten Verwandlung des Roheisens in Stahl noch sehr anhaltend, so schmelzt das Roheisen mit Beibehaltung seiner stahlartigen Beschaffenheit zu einer Masse (Vers. 3. C.E.); hatte es aber schon eine Eisenhaut angesetzt, so schmelzt diese nicht mit, sondern bleibt als eine leere Scheide oder als eine Haut zurück.

i. Aller Stahl, der auf diese Art durch Cementiren des Roheisens erhalten ward, war zwar wirklicher feiner Stahl, der eine recht gute Politur annahm; allein zu schneidenden Werkzeugen, die eine feine Schneide, oder zu Meißeln und Grabsticheln, die eine gewisse Härte erfordern, kann dieser Stahl nicht gebraucht werden, weil er zu feinen Schneiden zu körnig und auch nicht hart genug ist. Es muß daher eine Art von Frischen oder Schmelzen vorhergehen und dabei zugleich ein Ausschmieden statt finden, wodurch die Theilchen, die durch das Schmelzen oder Cementiren locker zusammenhängen und deren Zwischenräume mit einem flüchtigen Wesen angefüllt sind, welches nach seiner Verdampfung einen porösen Stahl geben würde, näher zusammengebracht oder vereiniget werden. Im §. 265, 3. habe ich schon gezeigt, welche Roheisenarten sich besser oder weniger gut zu Stahl qualificiren, und auch bemerklich gemacht, daß das Roheisen die Gestalt kleiner dünner Platten haben muß, da-

damit das Feuer besser wirken und das überflüssige Phlogiston verjagen kann.

k. Im Stahlheerd geschieht in der Hauptsache dasselbe. Das Roheisen muß auch in kleinen Stücken oder Brocken vertheilt seyn, und so aufgegeben werden, daß es nach und nach alle Grade der Glühhitze durchgeht, wobei es sich äußerlich schon mit Glühspan überzieht, eine Eisenhaut ansetzt, und etwas stahlartig wird, ehe es zum Weißglühen und endlich zum Schmelzen kommt. Die Hitze wird dann durch den schnellen Gebläsewechsel verstärkt, damit das Eisen so schnell als möglich zum Frischen gebracht wird, oder so viel Phlogiston verliert, daß es nicht mehr flüssig werden kann. Das zu roh oder zu roheisenartig gebliebene Eisen sucht der Stahlschmidt durch Zusammenschweißen mit dem entstandenen geschmeidigen Eisen, oder durch Zusammenarbeiten mit der im Heerd entstandenen, oder mit der zugesetzten Schlacke, welche das Brennbare anzieht und sich selbst dadurch reducirt, zu verbessern. Ist die Schlacke aber im Uebermaaß vorhanden, so daß sie bis zur Form in die Höhe steigt, und zur Entstehung einer eisenartigen Luppe Veranlassung geben würde, so muß sie oft abgelassen, und wenn dies nicht hilft, muß mehr Roheisen zugesetzt werden, wodurch das Stabeisenartige zuletzt wieder mehr Härte und Stahlart erhält. Was zuerst zu Stahl wird, pflegt sich gewöhnlich zunächst am Boden des Feuers unter der Form anzusetzen, wodurch es dann, wenn es sich in einem Stück befindet, gegen die weiteren Wirkungen der starken Hitze geschützt wird. Dieser Proceß wird durch das zwei bis dreimalige Aufgeben von Roheisen eben so oft von neuem wiederholt, und der Stahlschmidt, dem die Theorie vom Phlogiston ganz unbekannt ist, sucht nur immer darauf hin zu arbeiten, daß er den rohen Gang durch gaare Zusätze und umgekehrt den gaaren Gang

durch

durch rohe Zuschläge verbessert, um einen reinen Stahl zu erhalten.

1. Durch viele Schlacke und durch viele Abgänge von dem beim Schmelzproceß entstehenden Stahl, kann das geschmolzene Gut zuweilen wie im Frischheerd zum Kochen kommen, und in diesem Augenblick ist der Uebergang von Stahl zu geschmeidigem Eisen sehr zu befürchten. Die Brocken, welche in der kochenden Schlacke zum Vorschein kommen, sind größtentheils Eisen, weshalb der Frischer nach Umständen das Gebläse verstärken oder schwächen und die Schlacke zur gehörigen Zeit ablassen muß, damit sich die Masse bald wieder setzt. — In diesem Zustand ist der Stahl eben das, was das halbgaare Eisen im Frischfeuer war, nämlich ein Gemenge von schlechterem und besserem Stahl, von Stabeisen und von Roheisenbrocken mit Schlacke gemengt, nur daß sich die Stahlluppe zu einem einzigen Stück verbunden hat, welches dem flachen Heerd der kleinen eingeschmolzenen Masse, dem starken Gebläse und der ganzen Manipulation bei der Arbeit zuzuschreiben ist. Deshalb kann der Stahl auch beim ersten Eingehen fertig werden; das gefrischte oder halbgaare Eisen muß aber noch eine zweite Schmelzung erleiden, ehe der Deul fertig wird, oder ehe das Eisen völlige Geschmeidigkeit erhält. — Hieraus und aus allen vorher angeführten Versuchen über die Verwandlung des Roheisens in Stahl ohne Schmelzung geht hervor:

1. Wenn das Roheisen für sich allein oder mit solchen Zusätzen, durch welche es keine fremdartigen Beimischungen erhalten kann, in der bloßen Glühhitze in Stahl überzugehen im Stande ist, so kann diese Stahlverwandlung nur durch den Verlust solcher flüchtigen Substanzen oder Bestandtheile bewirkt werden, welche durch die gewöhnliche Wirkung der Hitze schon flüchtig werden und fortgehen. Diese flüchtige Theile können,

so

so viel wir jetzt wissen, nichts anders als Phlogiston, Feuermaterie, oder eine reißbleiartige Substanz oder alles zugleich seyn; denn die eigentliche Erde oder Säure des Eisens, nämlich der sogenannte Eisenkalk oder Eisenkrokus, als der vorzüglichste Bestandtheil des Eisens, ist am wenigsten flüchtig, und wird daher an sich selbst wahrscheinlich weder vermehrt noch vermindert, sondern nur mehr oder weniger von den flüchtigen Theilen befreit, von deren größeren oder geringeren Quantität die Beschaffenheit des Eisens abhängt.

Es ist anerkannt, daß das flüchtige Phlogiston ein nothwendiger Bestandtheil des Eisens und überhaupt aller Metalle ist; auch wird man die Anwesenheit desselben im Roheisen, in sofern es ein wirkliches Metall ist, eben so wenig läugnen, als die Flüchtigkeit desselben im Feuer, vorzüglich beim Zutritt der Luft. Aus mehreren oben angeführten Versuchen geht hervor, daß das Phlogiston schon ehe das Eisen zu glühen anfängt, flüchtig wird, daß es sich desto stärker verflüchtiget, je länger das Glühen fortgesetzt wird, und daß dieser flüchtige Bestandtheil desto mehr verschwindet, je stärker das Feuer alle Theile des Eisens durchdringen kann. Am mehrsten ist dies der Fall bei der Darstellung des Stabeisens. Bei dem deutschen Frischproceß muß das geschmolzene Roheisen durch Aufkochen und dadurch, daß man es mit dem verkalkten Eisen zum Frischen bringt, in kleine Brocken zertheilt werden, die man dann zum zweiten mal eingehen läßt, und bei der wallonischen Frischmethode wird das Roheisen in einzelnen Tropfen niedergeschmolzen und zertheilt, und dann erst durch vieles Arbeiten und durch starke Hitze in den Zustand der Geschmeidigkeit versetzt. In den Stahlheerden ist dagegen der Feuerbau und die ganze Manipulation darauf hingerichtet, dem Roheisen beim ersten Einschmelzen nur so viel Phlogiston zu entziehen, als nöthig ist, um es so eben geschmeidig zu machen, in wel-

welchem Zustand es Stahl heißt. Wollte man diesen zum zweiten male im Frischheerd eingehen lassen, so würde er mehr Brennbares verlieren und geschmeidiger werden, in welchem Zustand es Stabeisen genannt wird *).

Es versteht sich ohne meine ausdrückliche Erinnerung wohl von selbst, daß unter dem oft genannten brennbaren Wesen nicht das einfache elementarische Phlogiston im Zustand seiner Reinheit, sondern eine Verbindung desselben mit gröberen Theilen verstanden werden muß, und in dieser Verbindung ist es dasselbe, was man mit dem Namen der feuernährenden Materie belegt, und was vorhin reißbleiartige Substanz oder Plumbago genannt worden ist. Daher kommt es auch, daß das Phlogiston im allgemeinen Sinn des Wortes in einem Körper feuerbeständiger und nicht so leicht zu verflüchtigen ist, als in dem anderen. Reißblei wird bekanntlich durch das Glühen in verschloßnen Gefäßen nicht merklich zerstört, sondern es ist ein freier und anhaltender Zutritt der Luft und eine möglichst feine mechanische Zertheilung nöthig, welche immer erfordert werden, wenn ein Körper seines Phlogistons beraubt werden soll. Daß eine solche reißbleiartige Substanz ein wirklicher Bestandtheil des geschmeidigen Eisens, besonders des Roheisens und des Stahls ist, habe ich schon oft zu bemerken Gelegenheit gehabt und werde noch darauf zurückkommen.

Die Luftsäure, welche beim Verpuffen des Stahls mit Salpeter entsteht, verdankt ihre Entstehung der reißbleiartigen Substanz im Stahl, welche freilich im Roheisen in noch größerer Menge vorhanden ist. Aus allen oben angeführten Versuchen, Stahl durch Cementation aus Roheisen darzustellen, und aus der Dar-

*) Vergl. B. I. S. 581. Anm.

Darstellung des Stahls aus Roheisen durch Schmelzen, geht hervor, daß der Stahl möglichst viel von dem reißbleiartigen Bestandtheil des Roheisens behält. Es ist aber unverkennbar, daß alle Roheisenarten nicht gleich viel von dieser Substanz enthalten, und daraus folgt, daß die eine Roheisenart, welche von Natur am mehrsten Reißblei enthielt, bei demselben Grad der Hitze, in derselben Zeit und unter denselben Umständen, weniger Reißblei verliert und mehr zurückbehält, als eine andere Roheisenart, welches sich aus mehreren Versuchen erweisen läßt. Dies ist auch ohne Zweifel die Ursache, warum ein Roheisen geneigter ist Stahl zu geben, und warum es sich nicht so leicht in geschmeidiges weiches Eisen verwandelt, als ein anderes, woraus sich eher weiches Stabeisen als Stahl darstellen läßt. Roheisen, welches aus guten stahlsteinartigen oder braunsteinhaltigen Erzen erblasen ist, giebt eher Stahl als Eisen, und kann dabei ganz grell oder weiß seyn, wogegen andere Roheisenarten, die man zum Stahlschmelzen anwenden will, ganz grau oder gaar gehalten werden müssen, oder nicht so viel Phlogiston oder reißbleiartige Substanz im Hohenofen verlieren dürfen, um im Stahlheerd die gehörige Quantität von dieser Substanz behalten zu können. Hjelm hat in seiner Abhandlung über die Bestandtheile des Eisens (§. 231.) gezeigt, daß das graue Roheisen, besonders von den Dürrsteinerzen, am mehrsten reißbleiartige Substanz enthält. Weil ferner das Braunsteinmetall bei der Auflösung in Säure (§. 155, 3.) einen sehr starken brennbaren Rückstand hinterläßt, der wahrscheinlich reißbleiartig ist, so kann man sich die Geneigtheit des braunsteinhaltigen Roheisens, Stahl zu geben, wohl dadurch erklären, daß sich die Eisenerde in der Verbindung mit dem Braunstein leichter mit der reißbleiartigen Substanz vereiniget und dieselbe durch ihren Braunsteingehalt auch stärker zurückhält.

Die

Die Feuermaterie kann sich bekanntlich sowohl beim Cementiren, als auch beim Schmelzen des Stahls sehr schnell in größerer Menge mit dem Roheisen verbinden, aber auch eben so schnell wieder fortgehen, und im §. 227. habe ich gezeigt, daß Stahl wirklich mehr Feuermaterie enthält, als Roheisen, aber etwas weniger als Stabeisen. Der Stahl muß also, wenn er aus Roheisen gemacht wird, mehr Feuermaterie aufnehmen und umgekehrt einen Theil abtreten, wenn man Stabeisen zu seiner Bereitung nimmt. Weil ferner die Menge der entzündbaren Luft von der Quantität des reinen Phlogiston oder der Feuermaterie abhängt, so ist es wahrscheinlich, daß der Stahl auch hierin das Mittel zwischen dem Roheisen und dem Stabeisen halten wird, welches aus den Versuchen im §. 220. näher hervorgeht. Es scheint übrigens, daß die Eisenerde erst eine gewisse Menge reines Phlogiston und Hitze aufnimmt und dadurch zu geschmeidigem Eisen wird; sich aber außerdem noch mit einem gröberen Phlogiston, wie die reißbleiartige Substanz ist, verbinden, und entweder zu Roheisen oder zu Stahl wird, je nachdem diese Substanz in größerer oder geringer Menge vorhanden ist *). Es ist sehr wahrscheinlich, und die Versuche scheinen es auch zu bestätigen, daß das reine Phlogiston in demselben Verhältniß im Eisen abnimmt, oder daß die Eisenerde es um so weniger zurückzuhalten im Stande ist, je mehr die Quantität der reißbleiartigen Substanz zunimmt.

2. Ferner ergiebt sich aus dem Vorigen, daß der Stahl nur als ein weniger raffinirtes Stabeisen, oder als

*) Was die neue Theorie mit anderen Worten ausdrückt, hat Hr. R. hier aus seinen mühsamen Versuchen schon trefflich hergeleitet. Man setze statt Feuermaterie oder Phlogiston Princip der Metallität als Gegensatz von Oxydation, und statt Reißblei Kohlenstoff, so stimmt Hrn. R. Erklärung mit den neueren Ansichten völlig überein. Uebrigens beziehe ich mich auf den Nachtrag zum §. 299.

als Eisen, welches zwischen Roheisen und Stabeisen in der Mitte steht, zu betrachten ist, und daß es noch eine bedeutende Quantität von der Substanz enthält, welche das Roheisen abtreten muß, um vollkommen geschmeidiges Eisen zu werden. Die vollkommenste Geschmeidigkeit ist nämlich das charakteristische Kennzeichen der völligen Metallität aller Ganzmetalle. Dieser größere Gehalt an Brennbarem bewirkt zugleich, daß die Eisenerde im Stahl noch mehr metallisirt ist, und daß die Theilchen daher näher und inniger mit einander verbunden sind, woraus sich die Härte dieses Metalls, oder der stärkere Widerstand gegen die trennende Kraft, ferner die größere Dichtigkeit, so wie das damit in Verbindung stehende größere specifische Gewicht und mehrere andere Eigenschaften des Stahls, durch welche er sich vom weichen Eisen unterscheidet, hinlänglich erklären lassen. Der geringere Gehalt des weichen Eisens an Brennbarem muß dagegen eine größere Undichtigkeit und Porosität, aber auch zugleich eine vollkommene Anziehung der reinen und im höchsten Grad der Feinheit befindlichen Theilchen, wodurch sich die Zähigkeit charakterisirt, ferner die Eigenschaft, daß sich das Metall durch schnelles Abkühlen stärker zusammenzieht, daß es ein geringeres specifisches Gewicht besitzt, daß es schwerer schmelzt und leichter sein Phlogiston verliert u. s. f. zur Folge haben, und alle diese Eigenschaften besitzt das weichste Eisen wirklich im vollkommensten Grade. Es ist eine bekannte Erfahrung (§. 115.), daß das Roheisen, welches nicht zu viel, obgleich noch immer mehr Phlogiston enthält, als der Stahl, durch Härten oder durch schnelles Abkühlen nach einer starken Erhitzung härter wird, als der härteste Stahl, und deshalb könnte man wohl einwenden, daß das gaare oder graue Roheisen, welches mehr Phlogiston enthält, als das weiße oder grelle, oder als das Roheisen, welches durch Umschmelzen weiß und grell

gewor-

geworden ist, auch durch Ablöschen härter werden müsse, wenn das Phlogiston allein die Härte zu bewirken im Stande ist, obgleich sich davon das Gegentheil zeigt, indem das graue Roheisen nach dem Härten weicher wird, als das weiße und sich sogar gegen die Feile und unter dem Hammer spröde verhält. Es läßt sich dagegen aber bemerken:

a. Daß das graue gaare Roheisen, wenn es weißglühend abgelöscht wird, eine eben so große Härte annimmt als Stahl.

b. Daß nirgends behauptet worden ist, das Brennbare müsse in allen Verhältnissen Härte hervorbringen. Das weiche Roheisen bleibt grau, wenn es langsam erkaltet, und wird durch schnelles Abkühlen weiß, ohne daß sich die Quantität des Phlogiston bedeutend veränderte (§. 4.).

c. Daß das graue Roheisen, wenn es bei einem zu starken Kohlensatz im Hohenofen geschmolzen, und deshalb mit sehr viel brennbarer reißbleiartiger Substanz verbunden ist, wahrscheinlich einen zu großen Antheil davon besitzt, als daß es sich der stahlartigen Natur nähern könnte. Die Folge davon kann seyn, daß die metallischen Theile des Roheisens einen geringeren Zusammenhang haben, und der härteren auf sie wirkenden Kraft nicht widerstehen können. Das schuppige und reißbleiartige Ansehen dieses Eisens im Bruch und sein geringeres specifisches Gewicht deuten auf eine größere Undichtigkeit, und diese muß unfehlbar die Weichheit zur Folge haben, welche durch den größeren Gehalt an diesem gröberen Brennbaren nicht allein nicht verhindert, sondern sogar befördert wird. Mit dieser Ansicht stimmen auch die Resultate der Versuche, bei denen hellgraues Roheisen in Reißblei cementirt ward, vollkommen überein (§. 265, 21.).

Hier-

Hieraus scheint unwidersprechlich hervorzugehen, daß die Verwandlung des Roheisens in Stahl auf eine Verminderung des Brennbaren im Roheisen beruht, und daß es nicht unrichtig wäre, wenn man den Stahl geschmeidiges Roheisen nennen wollte. Wenn wir jetzt (§§. 267-270.) untersuchen werden, wie Stabeisen durch die Verbindung mit dem Bestandtheil, den es früher verloren hatte, zu Stahl wird, so wird jene Behauptung noch einleuchtender werden. Dann wird sich auch darthun lassen, daß das Eisen mehr Brennbares aufnehmen kann, als zu seiner völligen Metallität nöthig ist.

§. 267. Vom Stahl aus Stabeisen durch Schmelzen.

Ich habe oben (§. 81.) des Einschmelzens der Blechabschnittel und der Abgänge von Stabeisen zu Stahl erwähnt und bemerkt, daß es auf den Feuerbau und auf die Procedur bei der Arbeit ankommt, ob das Resultat des Processes Roheisen oder Stahl wird. Es kann sich aber auch gegen den Willen des Frischers zutragen, daß Stabeisen und Stahl im Frischheerd wieder zu Roheisen werden, besonders wenn der Heerd beim Einschmelzen leer ist, und wenn die Eisenabgänge aus dünnern Schalen, aus Schabespan oder Feilspan bestehen. Dann muß der Frischarbeiter das entstandene Roheisen durch Zusätze von Gaarschlacke und von gröberen Eisenbrocken, und durch solche Handgriffe, die er gewöhnlich zur Darstellung des Frischeisens anwendet, wieder in Stahl oder in geschmeidiges Eisen, oder in ein Gemisch von beiden, je nachdem das geschmolzene Gut mehr oder weniger Phlogiston aufnehmen kann, zu verwandeln suchen. Setzt er nur wenig geschmeidiges Eisen zu, so nimmt dieses so viel von dem überflüssigen Phlogiston aus dem Roheisen auf,

daß beide zu Stahl werden. Deshalb wendet man in den Rohstahlheerden auch allerlei Brocken und Abgänge von geschmeidigem Eisen an, wenn es im Feuer zu roh geht, oder wenn das Roheisen nicht zu Stahl werden will. Die Erfahrungen, welche man hierüber im Großen angestellt hat, und die Folgerungen, welche sich daraus ergeben, will ich hier kurz mittheilen.

1. Bei den Wallonenfeuern findet gewöhnlich die Einrichtung statt, daß der Meister bei gewissen Gelegenheiten Stabeisenenden und Abgänge aus den kleinen Schmiedefeuern zu Stahl einschmelzen muß, der zufällig recht gut gerathen kann, mehrentheils aber ungleichartig und eisenhaltig wird. Er läßt sich indeß zum Verstählen der Hämmer gebrauchen.

2. Auch in den Reckheerden sammeln sich beim Ausschmieden von sieben Luppen so viel Abgänge, daß daraus ein kleines Schmelzstück, oder eine sogenannte Reckerluppe gemacht werden kann, die zufällig häufig und größtentheils aus weichem Stahl, oder aus stahlartigem Eisen besteht. Das schnellere Niederschmelzen des Roheisens in den Wallonenheerden, das ganze Verfahren bei der Arbeit und der einfache Schmelzproceß mögen wohl Schuld seyn, daß das Eisen bei dieser Frischmethode härter oder stahlartiger ausfällt, als bei dem deutschen Frischproceß *).

3. In den Drathziehereien ist eine Sorte Stahl unter dem Namen des wilden Stahls bekannt, der zu den Stahl- oder Ziehscheiben ganz vorzüglich brauchbar ist, indem die feinsten Drathsorten durch die kleinen Löcher in den Zieheisen aus diesem Stahl gezogen werden

*) Wenn bei der deutschen, so wie bei allen andern Frischmethoden, das Eisen nicht recht gaar gemacht wird, so ist es auch härter und rohstahlartiger.

den können *). Dieser Stahl besteht aus kleinen halbgaaren Frischstücken von dem eingeschmolzenen Roheisen, die in den Ecken des Frischheerdes liegen bleiben und der Aufmerksamkeit des Frischers entgehen, also vom Winde nicht gehörig durchgearbeitet werden, sondern sich in einem Mittelzustand zwischen Roheisen und Stahl befinden, indem sie nicht Geschmeidigkeit genug besitzen, um für sich allein ausgeschmiedet werden zu können. Diese Brocken werden häufig mit den Schlakken weggeworfen; erfahrne Drathzieher suchen sie aber behutsam auf, weil man daraus den härtesten Stahl bereiten kann. Die Verfahrungsart dabei ist folgende:

Man schmiedet aus einer breiten Eisenstange ein offnes Behältniß von $\frac{3}{4}$ Zoll tief, 5 bis 6 Zoll lang und 3 Zoll breit. Die Stärke des Bodens und der Seitenwände beträgt $\frac{1}{2}$ Zoll. Jene spröden rohen Brocken werden zu kleinen Stücken zerschlagen und in dem eisernen Behältniß, welches an einem Ende eines Eisenstabes angeschweißt ist, so dicht und fest als möglich neben einander gelegt. Wenn sich gar kein Stückchen mehr hineinkeilen läßt, bringt man das vollgefüllte Behältniß vor die Form eines Kneifhammerheerdes. So wie die rohen Brocken zu schweißen oder in eine teigartige Schmelzung überzugehen anfangen, verstärkt man das Gebläse und sucht das zu starke Abbrennen durch trocknen Lehm oder durch Schweißsand zu verhindern. Dann treibt man die Masse durch einen Handhammer nach und nach näher zusammen, und wiederholt

*) Der beste sogenannte wilde Stahl zu Drathzieheisen ist wohl der, welcher im Rohstahlfeuer besonders dazu eingeschmolzen, zu einer breiartigen Masse gekocht und aus dem Schlackenloch abgelassen wird, ehe er zur völligen Gaare kommt und sich im Heerde setzt oder hart wird. Eigentlich ist er also ein schlechter Gußstahl.

holt das Schweißen und Zusammentreiben so oft und so lange, bis die ganze Masse vollkommen dicht und mit dem Eisen zu einem Stück zusammengeschmolzen ist, worauf man sie unter den Kneifhammer bringt, und zu Scheiben von der Stärke eines halben Zolles, oder nach Umständen noch dünner ausschmiedet, je nachdem man gröberen oder feinern Drath machen will.

Auf diese Art erhält man eine Scheibe, die auf der einen Seite etwas Eisen enthält, auf der andern Seite aber aus einem sehr harten Stahl besteht, welcher die Eigenschaft besitzt, im ungehärteten Zustande länger als der gewöhnliche Stahl der starken Reibung beim Drathziehen zu widerstehen. Auch lassen sich in diesen Stahl viel feinere Löcher selbst im kalten Zustande einschlagen, ohne daß er dadurch brüchig oder weicher würde. Es versteht sich von selbst, daß man die größere oder weitere Oeffnung der konischen Löcher in den gröberen Ziehscheiben, auf der Seite, an welcher sich das Eisen befindet, kalt oder rothwarm mit einem Spitzmeißel einschlagen und die Oeffnung dann mit einem Drillbohrer durch den Stahl durchbohren muß, worauf die Stahlseite rein und sauber abgeschliffen wird. Dies Verfahren beweist auch zugleich die oben angeführte Behauptung, daß der wilde, unbändige und dem Roheisen sich nähernde Stahl durch Zusammenschweißen mit Stabeisen milder wird. Wie der Stahl zu den Ziehscheiben für die feinsten Clavierſaiten und für die Golddräthe gemacht wird, habe ich schon (§§. 137. 148, 1.) gezeigt.

4. Auch durch ein unvollkommnes Schmelzen, oder durch eine bloße starke Weißglühhitze, kann das Eisen äußerlich zu Stahl werden. Die Frischer wissen es sehr gut, daß ein Eisenzain, der im offnen Feuer vor dem Gebläse, besonders bei Steinkohlen, bis zu dem

Grad

Grad der Hitze glühend gemacht wird, daß er Funken zu werfen und zu schweißen anfängt, nach dem Erkalten eine mehr oder weniger harte stahlartige Oberfläche erhält, je schwächer oder je dicker der Stab war. Deshalb sind auch zwei zusammengeschweißte Stücken Eisen auf dem Wechsel oder auf der zusammengeschweißten Stelle immer härter und spröder, wenn die unmittelbare Berührung mit glühenden Kohlen nicht durch einen Zusatz von leichtflüssigen glasigen Zuschlägen verhindert wird. Diese Stahlverwandlung geht auch bei den Eisenstäben vor sich, welche unter Stabhämmern zusammengeschweißt werden. Beim Biegen im Probirstock wird die Eisenstange gewiß immer auf dem Wechsel brechen, wenn beim Zusammenschweißen nicht mit der äußersten Vorsicht verfahren ist. Der Bruch ist dann gewöhnlich spröde, theils stahlartig körnig, theils glimmerig oder verbranntes Eisen; übrigens kann die Stange aber aus sehr gutem sehnigen Eisen bestehen. Dieselbe Erscheinung ereignet sich auch an der Stelle des Eisenstabes, welche an dem auszuschmiedenden Kolben angeschweißt ist, indem sie bei einer nicht hinlänglich vorsichtigen Wärme leicht überhitzt wird.

5. Ich habe schon (§. 78, 9.) die Beobachtung mitgetheilt, daß eine Stange Stabeisen, die so lange in geschmolzenem Roheisen gehalten ward, bis sie zu schmelzen anfing, äußerlich eine Stahlhaut bekam, und sich zuletzt, wenn sie nicht sehr dick war, durch und durch in Stahl verwandelte, welchen Versuch ich mit gleichem Erfolg bei Stabeisenbrocken, die in geschmolzenes Roheisen gelegt wurden, wiederholte. Perret hat in seinem Memoire sur l'acier den Vorschlag gemacht, Ackergeräthschaften, z. B. Pflugeisen, Eggenzähne u. s. f., dadurch stahlartig und für den Gebrauch in steinigem Boden dauerhafter zu machen, daß man sie, wenn sie fertig geschmiedet sind, schweißwarm macht, dann etwas behämmert und ablöscht.

6. Wenn

6. Wenn also die Hitze schon solche Wirkungen hervorbringt, so darf man sich nicht wundern, daß man durch das bloße Schmelzen der Blechabschnittel Stahl erhält, denn diese Abgänge sind so dünne, daß sie nicht allein sehr leicht eine Stahlhaut annehmen, sondern sich auch schnell durch und durch in Stahl verwandeln, weil die Hitze und das Phlogiston der Kohlen sie so leicht durchdringen. Der Frischer muß dann sehr genau darauf achten, daß er sie in diesem Zustand zusammenschweißt, und sie durch einen zu starken Zutritt von Phlogiston nicht wieder zu Roheisen werden läßt, weil er dieses entstandene Roheisen sonst abermals in den Zustand der Geschmeidigkeit zurückbringen müßte, wobei er leicht zu weit gehen und geschmeidiges Eisen erhalten würde. Hierauf beruht auch die Darstellung eines zu Messerklingen brauchbaren Stahls aus alten verrosteten Eisenwaaren in einer Kleinschmiedeesse, welche ein Schmidt mir als einen besondern Beweis seiner Geschicklichkeit zeigen wollte. Der Rost ist dabei zwar nicht nothwendig, er kann aber zur Stahlerzeugung in sofern mitwirken, als er durch seine etzende Kraft die zäheften Eisenadern schon verzehrt hat, oder als wirklicher Eisenkalk zu einer stärkeren Anziehung des Brennbaren Veranlassung giebt.

7. Aus diesen Erfahrungen würde man zu schließen berechtigt seyn, daß die Hitze allein schon hinreicht, Stabeisen in Stahl zu verwandeln. Weil wir aber (§. 73. XIX.) gesehen haben, daß ein dünner Eisenzain in einem hermetisch versiegelten Glase, in der stärksten Stahlofenhitze, mit Kohlenstaub umgeben, nicht in Stahl verwandelt werden konnte, obgleich bekanntlich die Hitze sowohl als das reine elementarische Phlogiston durch das Glas dringen, und weil wir ferner wissen, daß zum Stahlwerden immer eine unmittelbare Berührung mit Kohlen nöthig ist; so scheint daraus hervorzugehen, daß das geschmeidige Eisen zugleich

et-

etwas von dem gröberen brennbaren Wesen aufnehmen muß, um Stahl zu werden. Dieser Begleiter des Brennbaren ist ohne Zweifel die in den Kohlen erweislich befindliche koncentrirte Luftsäure, welche in dieser Verbindung (als Wasserblei) als das eigentliche wirkende Mittel bei der Entstehung des Stahls angesehen werden muß. Dies wird dadurch noch wahrscheinlicher, daß Stabeisen und Stahl, durch Aufnahme von mehr Brennbarem aus der Kohle, nicht allein zu Roheisen werden, sondern in einem gewissen Hitzgrad und in einem verschloßnen Calcinationsfeuer auch in eine Art von Reißblei übergehen können, welches nach Scheele aus Luftsäure und Phlogiston besteht, und eben so wie das gewöhnliche Reißblei, oder wie die gemeine Kohle im offnen Kalcinationsfeuer beim freien Zutritt der Luft, größtentheils verflüchtigt wird. Wenn aber die Luftsäure in Verbindung mit so vielem Phlogiston als zur Darstellung des Reißblei nöthig ist, als ein zur Erzeugung des Stahls abzweckendes Mittel angesehen werden muß, so läßt es sich leicht einsehen, warum Eisen in einem hermetisch versiegelten Glase nicht zu Stahl werden kann, indem jene Substanz nicht durch das Glas zu dringen vermag.

§. 268. Versuche über die Verwandlung des Stabeisens in Stahl in der Schweißhitze.

1. Eine $\frac{1}{2}$zöllige Quadratstange von weichem Eisen, die nach dem Glühen und Ablöschen im Wasser gar keine Härte annahm, ward an einem Ende zu einer Spitze ausgeschmiedet und dann (ohne Sand darauf zu streuen) zwischen Holzkohlen vor dem Gebläse weißglühend gemacht, bis es kleine weiße Schweißfunken warf. Als die Spitze in diesem glühenden Zustand schnell in kaltem Wasser abgelöscht ward, erhielt sie eine ganz reine und weiße Oberfläche, und war, so weit die

Schweiß-

Schweißhitze reichte, ganz hart geworden, so daß keine Feile einen Angriff darauf machen konnte; ganz vorzüglich hart zeigte sich die äußerste Spitze, an welcher sich ein kleiner geschmolzener Tropfen angesetzt hatte. Auf dem Bruch war sie inwendig ganz zähe und hatte nur eine harte Rinde von der Dicke eines Kartenblattes angesetzt, die ein grobes glänzendes Korn zeigte und sich unter dem Hammer zerkörnte.

2. Nach dem Erkalten ward das gehärtete Ende wirder geglüht, stärker ausgeschmiedet und in einer geringeren Hitze gehärtet. Es hatte seine Härte dadurch zwar nicht verloren, war aber nicht so hart als nach dem ersten Härten, und nachdem es eine halbe Stunde lang schwach geglühet und ausgeschmiedet worden war, hatte sich die Härte gänzlich verloren.

3. Eine dünnere weiche Eisenschiene ward auf die nämliche Art im Heerd erhitzt, aber in dem Augenblick, als sie zu schweißen anfangen wollte, mit zerpulvertem grünem Glas so oft bestreut, als sich Schweißhäute zeigen wollten. Das Eisen ward, während das Glas noch flüssig war, aus dem Heerd genommen und schnell im Wasser abgelöscht. Es bekam dadurch eine blanke und reine Oberfläche, und schien härter als das ohne Bedeckung von Glas und Sand geschweißte Eisen beim vorigen Versuch geworden zu seyn. Die harte Stahlhaut war eben so spröde und grobkörnig als beim ersten Versuch. Diese Härte schien aber mehr von einem Uebergang in Roheisen als in Stahl herzurühren, und beweist, wie begierig das Eisen das Brennbare aus den Kohlen in der Schweißhitze aufnimmt, welches sich nicht einmal durch eine Bedeckung von glasartigen Flüssen verhindern läßt, die überhaupt den Zutritt der Luft nicht völlig abhalten können.

4. Noch muß ich bemerken, daß dies hart gebrannte, geschweißte, mehrere male geglühete und umge-

geschmiedete Eisen zuletzt beim rothwarmen Schmieden eine feine und reine Schwefelluft gab, obgleich das Eisen weder roth- noch kaltbrüchig, sondern ganz gutartig gewesen war. Ich habe diese Beobachtung sehr häufig bei gutem weichen Eisen, vorzüglich aber bei Stahl gemacht, der in einer anhaltenden Glühhitze etwas gebrannt, und dann in einer neuen Hitze gewärmt und ausgeschmiedet ward. Ist der Stahl zugleich überhitzt oder verbrannt, so stößt er nicht allein diese Schwefelluft aus, sondern wirft auch Funken um sich und zerkörnt sich schon beim ersten Schlage unter dem Hammer *).

§. 269. Vom Stahlcementiren.

Nachdem wir gesehen haben, daß sowohl das spröde als auch das geschmeidige Eisen in der Schmelzhitze zu Stahl werden können, und daß das Roheisen die stahlartige Natur dadurch erhält, daß ihm etwas von dem Bestandtheile entzogen wird, durch den es eigentlich in einem zu hohen Grade Stahl ist, scheint es mir der Folgeordnung gemäß zu seyn, zu zeigen, wie das weiche Eisen durch einen Zusatz von einem Bestandtheil, den es bei dem Uebergang aus dem Roheisen verlor, wieder zu Stahl oder zu Roheisen werden kann, ohne einer Schmelzung unterworfen zu werden, und ohne seine Gestalt zu verändern oder etwas von seinem Gewicht zu verlieren. Man nennt diese Kunst das Stahlcementiren oder das Stahlbrennen, und versteht darunter das Verfahren, bei welchem das Stabeisen mit einer brennbaren Substanz in einem gut verschloßnen feuerfesten Gefäß (um den Zutritt der Luft abzuhalten) einer so lange anhaltenden und so star-

*) Sehr häufig] mag das, was Hr. R., durch die blaue Flamme verleitet, Schwefelluft nennt, wohl gekohltes Wasserstoffgas gewesen seyn.

ſtarken Schmelzhitze ausgeſetzt wird, daß es Gelegenheit erhält, mehr Brennbares aufzunehmen, als zu ſeiner Geſchmeidigkeit oder zu ſeiner vollkommnen Metallität erforderlich iſt. Es wird dadurch zu dem ſogenannten Brennſtahl, oder es erhält diejenigen Eigenſchaften wieder, welche es durch den Friſchproceß zum Theil verloren hatte *).

Durch ſehr viele Verſuche hat man endlich gefunden, daß die Zuſätze nur brennbare Subſtanzen ſeyn dürfen, welche die ſtärkſte Hitze, ohne ſich zu verflüchtigen, in verſchloſſenen Gefäßen aushalten können, und daß die Holzkohle der beſte Zuſatz iſt, indem ſie die ſtärkſte und anhaltendſte Hitze aushält, ſo lange die Luft keinen Zutritt hat. Nach dieſer Entdeckung ſcheinen alle weitere Verſuche mit anderen Zuſätzen überflüſſig zu ſeyn. Weil man aber nicht eher überzeugt ſeyn kann, daß man wirklich den beſten Zuſatz anwendet, als bis man die Wirkungen aller anderen brauchbaren Zuſätze ausgemittelt hat, und weil überhaupt verſchiedenartige Zuſätze auch verſchiedene Reſultate geben, wodurch ſich ein Aufſchluß über die Eigenſchaften des Eiſens erhalten läßt, ſo wird es nicht überflüſſig ſeyn, wenn ich die merkwürdigſten darüber angeſtellten Verſuche anführe. — Von allen Schriftſtellern, die dieſen Gegenſtand bearbeitet haben, hat Reaumur (l'Art de convertir le fer forgé en acier. Paris 1722.) die gründlichſten Unterſuchungen geliefert. Er führt die Kunſt des Stahlcementirens in zwölf verſchiedenen Abhandlungen aus, und zeigt:

1. In welcher Ordnung die Zuſätze zum Cementiren des Stabeiſens auf einander folgen, und welcher der

*) Noch jetzt beſitzen wir über die Kunſt des Stahlcementirens keine beſſeren Anweiſungen, als die, welche Hr. R. in ſeiner Schrift: über die Verfeinerung des Eiſens und Stahls, worauf ich hier verweiſen muß, und Jars im B. I. ſeiner metallurgiſchen Reiſen gegeben hat.

der beste Zusatz ist. Alsdann redet er 2. von der Regulirung des Feuers. 3. Von Versuchen im Kleinen. 4. Von der Einrichtung des Stahlcementirofens im Großen. 5. Von der ungleichartigen Beschaffenheit des zu Stahl zu cementirenden Stabeisens. 6. Von den Veränderungen, die bei dem Stabeisen durch die Verwandlung in Stahl vorgehen. 7. Von dem Unterschied zwischen Eisen und Stahl. 8. Von der Decomposition und vom Adouciren des Stahls. 9. Vergleichung zwischen Schmelzstahl und Brennstahl. 10. Von den Kennzeichen der verschiedenen Stahlarten. 11. Von der Ausdehnung des Stahls durch das Härten. 12. Vom Härten des Stahls und was dabei zu bemerken ist.

Dies ist alles so deutlich und gründlich vorgetragen, daß ich meine Leser darauf verweisen muß. Die Anwendung im Großen oder die Bemerkung über die Stahlbrennereien kann ich hier um so mehr übergehen, als dieses Gewerbe schon vor alten Zeiten in Schweden betrieben, und späterhin mit manchen neuen Entdeckungen bereichert und verbessert ist. — Die Schriftsteller, welche späterhin über Stahl geschrieben haben, sind Reaumur entweder gefolgt und haben ihm nachgeschrieben, oder sie haben sich auf eine Critik jenes verdienstvollen Werkes eingelassen. Horn hat in seinen Essays concerning iron and steel. London 1773. das Reaumursche Werk ebenfalls zum Grunde gelegt, obgleich er den Zusatz zum Stahlbrennen, der nach Reaumur am besten aus Kochsalz, Ruß und Kohlenstaub bestehen soll, nicht rühmen will, sondern behauptet, daß der bloße Kohlenstaub am vorzüglichsten sey, weshalb man ihn auch in den berühmtesten englischen Stahlbrennereyen ganz allein anwendet. In meiner Abhandlung über die Verfeinerung des Eisens und des Stahls, vorzüglich im XII., XIII. und XIV. Capitel, habe ich die Hauptgegenstände bei der Anfertigung des

Schmelz-

Schmelz- und Brennstahls, nämlich das Sortiren und Zubereiten des Stahls, das Verfahren beim Härten desselben, und den haushälterischen oder den ökonomischen Theil dieses hüttenmännischen Processes, näher auseinander gesetzt, und muß hier darauf Bezug nehmen. Die Construktion der neueren sogenannten Schwedischen Flammfeueröfen habe ich 1775 ausführlich beschrieben, und die Beschreibung sowohl als die Zeichnungen der Königl. Schwed. Bergwerks-Deputation übergeben, worauf ich hier, wegen Mangel an Raum, ebenfalls verweisen muß. Es bleiben daher nur diejenigen Versuche anzuführen, die vorhin übergangen sind, und welche zu näheren Aufschlüssen über diesen Gegenstand führen können.

§. 270. Versuche über das Cementiren des Stabeisens in verschiedenen Substanzen.

Aus Reaumurs Versuchen, Stabeisen mit allerlei Substanzen, theils für sich allein, theils mit einander gemengt, im Tiegel gepackt, in einer starken Glühhitze im Windofen zu behandeln, geht hervor:

1. Daß das Eisen mit Kalk, Knochenasche und Formsand mehr weich als hart wird.

2. Mit Thon und unausgelaugter Holzasche ward es weniger weich.

3. Mit Gips schmolz es in einer starken Hitze und in einer schwächeren verschlackte es sich.

4. Mit Glas ward es etwas hart und blank.

5. Mit Hauslauchsaft und mit den Säften mehrerer Pflanzen fand gar keine Veränderung statt, auch nicht mit flüchtigen Fetten, mit Talg- und Oelarten.

6. Durch das Cementiren mit bloßen Salzen ward das Eisen spröde, aber nicht zu Stahl.

7. Mit

7. Mit Seife entſtand ein ungleichartiger Stahl.

8. Mit Kohlenſtaub, Ruß, gebrannten Schuhſohlen und gebranntem Horn, jedes für ſich allein angewendet, entſtand zwar Stahl, aber er war ſehr brüchig.

9. Mit Taubenmiſt ward es zu einem harten aber unbändigen Stahl.

10. Mit Pferde- und Hühnermiſt und mit bloßer unausgelaugter Holzaſche allein entſtand ein grober Stahl.

11. Kohlenſtaub, mit Soda, Pottaſche oder Natron gemengt, gab einen ſpröden unbändigen Stahl.

12. Durch eine Beimengung von Borax zum Kohlenſtaub ward die Stahlverwandlung gehindert.

13. Mit Salmiak, Glasgalle, Vitriol, Alaun und ſchwarzem Fluß mit Kohlenſtaub gemengt, entſtand ein ſpröder Stahl, der beim nachherigen Bearbeiten im Feuer ſeine Härte bald verlor.

14. Wenn der Kohlenſtaub mit Scheidewaſſer angefeuchtet ward, fiel der Stahl mürbe aus, und ſeine Härte verlor ſich ſchon größtentheils beim erſten Härten. Beim abermaligen Umſchmieden und neuen Härten war der Stahl ganz zu Eiſen geworden.

15. Unter allen Salzen, die mit Kohlenſtaub gemengt angewendet wurden, zeigte ſich keins wirkſamer und beförderte die Verwandlung des Eiſens in Stahl mehr, als das gewöhnliche Koch- oder Seeſalz.

16. Mit Spiesglanz, Arſenik und Schwefel, einzeln unter Kohlenſtaub gemengt, entſtand kein Stahl, ſondern ein verdorbnes Eiſens, welches ſich nicht bearbeiten ließ.

17. Kohlenſtaub mit Schwefelſäure angefeuchtet, gab einen Stahl, der nicht bearbeitet werden konnte.

18. Nach

18. Nach sehr vielen Versuchen fand Reaumur endlich, daß ein Gemenge aus 2 Theilen Ruß, 1 Kohlenstaub, 1 Asche und $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Kochsalz das beste sey. Der mit diesem Gemenge gebrannte Stahl soll am härtesten ausgefallen seyn. Minder hart ward er, wenn die Quantität der Gemengtheile etwas geändert, und wenn ein Gemenge von 1 Theil Ruß, 1 Kohlenstaub, 2 Asche und $\frac{3}{4}$ Kochsalz genommen ward. Die Asche soll der Sprödigkeit des Stahls abhelfen, weshalb man statt derselben auch einen Zusatz von $\frac{1}{8}$ Kalk nehmen kann. Das Salz soll dagegen die Verwandlung des Eisens in Stahl beschleunigen; nimmt man aber zu viel, so erhält der Stahl beim Schmieden Kantenbrüche. Salzlake soll nicht dieselbe Wirkung thun als zerpulvertes Kochsalz. Auf jedes Pfund Eisen endlich soll man vier Loth von dem eben gedachten Cementirpulver nehmen.

Kerssman hat in seiner Streitschrift: Om Järnets förwandling till stål. Åbo 1766. mehrere Cementationsversuche angeführt; weil diese aber in zu dünnen Gefäßen angestellt worden sind, welche die zum Stahlbrennen erforderliche Hitze nicht aushielten, so muß ich sie hier übergehen. Dagegen verweise ich auf die oben (§. 73.) mitgetheilten Versuche, Stabeisen in verschiedenen Erdarten und metallischen Kalken zu cementiren, die zwar in einer entgegengesetzten Absicht, nämlich um die Weichheit des Eisens zu befördern, angestellt worden sind, aus denen indeß hervorgeht, daß dieselben Substanzen, mit denen das Eisen beim Cementiren im Windofen weicher ward, im Stahlofen, wegen der darin befindlichen feuernährenden Theilchen, welche alles Klebwerk bis auf das Glas durchdrangen, Stahl geben. Im §. 74. meiner Abhandlung über die Verfeinerung des Eisens und des Stahls, habe ich das Verhalten mehrerer Eisenarten, die mit verschiedenen von Reaumur angegebenen Zusätzen cementirt wurden,

gezeigt. Später habe ich über diesen Gegenstand folgende Versuche und Beobachtungen angestellt.

I. Um zu sehen, wie sich das von Reaumur angeführte Cementirpulver 18 bei der Anwendung im Großen verhalten würde, bediente ich mich desselben in einem großen Stahlofen, mit der Abänderung, daß ich statt des zerpulverten Salzes eine starke Salzlake anwendete. Das Eisen (aus Danemorer Erzen) war in der gewöhnlichen Zeit recht gut durchgebrannt und zu einem recht guten Stahl geworden; es ließ sich aber nicht der geringste Unterschied in Rücksicht der Güte des Stahls gegen den mit dem gewöhnlichen Cementirpulver (aus Kohlenstaub und Holzasche) bereiteten, auffinden; vielmehr hatte jener Stahl noch den Fehler, daß er sich, wenn er vor dem Ausschmieden einige Zeit in feuchter Luft stehen blieb, wegen der eingedrungenen Salztheilchen mit einem starken Rost überzog, wodurch der Stahl beim Ausrecken eine unangenehme röthliche Farbe erhielt, die auf eine feine kaum bemerkbare Eisenhaut hindeutete. Diese Eisenhaut hatte die üble Folge, daß der Stahl beim Härten keine reine Oberfläche bekam, sondern eine Eisenfarbe behielt, welche ihm ein schlechtes Ansehen gab, und dem Debit nachtheilig war. Der Salzzusatz ist also nicht allein kostbar, sondern er wirkt auch nachtheilig, obgleich das Kochsalz die Härte des Eisens, wie sich aus dem Versuch V. ergeben wird, sehr befördert. Den Ruß kann man nicht leicht in großen Quantitäten erhalten, auch steht er gegen den Kohlenstaub weit zurück, weil er sich beim Cementiren mehr zusammenzieht, und dadurch zu bloßen Stellen und zur Einwirkung der Luft auf die Eisenstäbe Anlaß giebt. Auch die Asche kann man füglich entbehren, welches in den schwedischen Stahlcementiröfen schon mit gutem Erfolg geschehen ist; weil sie indeß die Verwandlung des Eisens in Stahl etwas befördert und den Kohlenstaub zugleich etwas dich-

dichter macht, so daß er nicht so leicht verbrennt, wenn die Cementirgefäße kleine unmerkliche Ritzen und Sprünge erhalten, so kann man sich derselben immerhin als eines sehr guten und zweckmäßigen Zusatzes bedienen. Das Reaumursche Cementirpulver ist bei Versuchen im Kleinen, in Tiegeln, sehr brauchbar, weil es dem Eisen eine große Härte mittheilt; der dadurch bereitete Stahl besitzt indeß den Fehler, daß er zuerst etwas wild ist, und bei der nachherigen Bearbeitung im Feuer seine Härte leicht verliert.

II. Um mich durch Versuche im Kleinen von dem Verhalten mehrerer verschiedenartiger Eisensorten beim Stahlcementiren zu belehren, machte ich ein Gemenge von 2 Theilen Ruß, 1 Kohlenstaub, $\frac{3}{4}$ Asche und $\frac{1}{2}$ Kochsalz, und setzte demselben noch etwas schwarzen Fluß zu. In dieses Pulver wurden folgende Eisensorten in zwei großen Tiegeln gelegt und 4 Stunden lang der stärksten Hitze des Windofens ausgesetzt, bis ein mit eingesetzter Probestab die erfolgte Verwandlung des Eisens in Stahl anzeigte. Die Resultate waren folgende:

a. Ein Stück Eisen, welches mit dickem Rost und mit etwas Glühspan bedeckt war, verwandelte sich eben so wie das reine Eisen durch und durch in Stahl, aber die Rosthaut hatte sich zu Eisen reducirt, welches den Stahl als eine dünne, weiche und geschmeidige Haut bedeckte. Der Rost kann daher die Umwandlung des Eisens in Stahl zwar nicht verhindern, allein der Stahl wird nie ganz rein, sondern bleibt immer mit einer Eisenhaut bedeckt, wodurch er ein schlechtes Ansehen erhält.

b. Ein anderes dünnes vierkantiges Stück Eisen von einem weichen 5 Zoll langen Nagel, der mit einer dicken Schlackenhaut oder mit Glühspan bedeckt war, hatte sich ebenfalls durchaus in Stahl verwandelt und

selbst

selbst die Glühspanrinde, die vorher sehr dick gewesen war, erschien ganz dünne und als ein eisenartiger Stahl, der sich an dem innern Stahlkern so fest angesetzt hatte, daß er durch Glühen und Schmieden nicht davon getrennt werden konnte.

c. Ein kleiner Eisenzain, der schon vorher durch Brennen mit Kalk adoucirt und ganz weich geworden war, gab einen außerordentlich feinen, dichten und gleichartigen Stahl, der sich ohne Kantenbrüche leicht schmieden ließ und durch das Härten sehr hart ward. Vom Cementiren hatte er wie gewöhnlich kleine Blasen erhalten.

d. Ein Eisenzain von derselben Größe, der schon vorher durch die Oberflächenhärtung eine dünne Stahlhaut erhalten hatte, war eben so vollkommen durchgebrannt wie c, allein er war nicht so hart.

e. Ein schon einmal in jenem Pulver cementirtes und nachher ausgeschmiedetes Stück Stahl aus hartem Eisen, ward zum zweiten mal cementirt. Es kamen gar keine Blasen zum Vorschein und der Stahl war wild und eigentlich mehr spröde als hart geworden, so daß man ihn nur mit vieler Mühe und sehr behutsam ausschmieden konnte.

f. Ein kleiner vierkantiger Zain, der vorher harter Brennstahl gewesen, durch das Cementiren in Eisensafran aber wieder zu weichem Eisen geworden war, gab bei der zweiten Cementation wieder einen eben so guten Stahl, ohne daß er Blasen auf der Oberfläche erhielt.

g. Von zwei kleinen Stücken zähem und weichem Eisen ward das eine mit Tischlerleim bestrichen und mit einem aus gleichen Theilen Flußspath und Gips bestehenden Pulver überzogen; das zweite aber blieb wie es war. Beide gaben einen gleich harten Stahl, das erstere war indeß vom Gips etwas angegriffen und hatte 8 Procent am Gewicht verloren.

h. Eben so ward von zwei stahlartigen oder harten Stücken Eisen, das eine vermittelst des Tischlerleims mit einer dicken Rinde von feingestoßenem und gesiebtem Bouteillenglas bedeckt und das zweite unverändert gelassen. Beide Stücken wurden gleich lange (4 Stunden) mit dem Cementirpulver gebrannt. Das mit Glas überzogene Stück war zu einem mit Glas bedeckten Klumpen geschmolzen, der nichts am Gewicht verloren, sondern eine silberweiße reine Oberfläche erhalten hatte, sich ganz weich und geschmeidig verhielt und durchaus zu Stahl geworden war, der sich nach dem Ausschmieden härter zeigte als alle übrigen, und dabei eine völlige Dichtigkeit und Feinheit besaß.

i. Ein Stück Brennstahl aus Eisen von Oesterby hatte durch wiederholtes Brennen mit jenem Cementirpulver weder etwas am Gewicht verloren noch gewonnen, und war auch ohne Blasen geblieben. Es hatte an Sprödigkeit zugenommen, ließ sich aber nach behutsamen Ausschmieden bei einem geringeren Hitzgrad härten als vorher, und zeigte auch einen feineren Bruch.

III. Reaumur fand bei seinen Versuchen, daß Reißblei ein vortreffliches Mittel sey, Roheisen oder Gußwaaren in der Glühhitze zu adouciren. Weil der brennbare Bestandtheil desselben, oder das grobe Phlogiston, eben so wie der Kohlenstaub die Eigenschaft besitzt, das Verbrennen des Eisens in der Glühhitze zum Theil zu verhindern, so glaubte ich, daß das Reißblei beim Stahlcementiren noch bessere Dienste thun würde, als beim Adouciren, und deshalb hatte ich schon vor mehreren Jahren den Versuch angestellt:

a. Stahl in zerpulverten sogenannten Ipser Tiegeln, die aus gleichen Theilen feuerfestem Thon und Reißblei bestehen, zu cementiren. Es wurden einige Enden grober Drath mit diesem Pulver zusammen in

einen

einen Tiegel gebracht, der wohl verklebt einer vierstündigen starken Windofenhitze ausgesetzt ward. Nach dem Erkalten fand ich das Pulver unverändert, so wie ich es in den Tiegel gebracht hatte. Etwas davon hatte sich am Eisendrath angesetzt, ließ sich aber leicht abkratzen. Der Eisendrath selbst bekam nach dem Glühen und Ablöschen im Wasser eine beträchtliche Härte, und beim Zerschlagen fand sich, daß er äußerlich größtentheils in Stahl verwandelt worden war, inwendig aber noch einen kleinen Kern von zähem Eisen behalten hatte.

b. Derselbe Versuch ward mit ganz reinem Reißblei wiederholt. Eine dünne $\frac{1}{2}$ Zoll breite und $\frac{1}{4}$ Zoll starke Eisenstange von sehr kaltbrüchigem Stabeisen aus Wiesenerzen, welches beim schwächsten Schlage schon mit einem funkelnden körnigen Bruch zersprang, ward mit Reißblei in ein feuerfestes Cementirgefäß gebracht, und eine Stunde lang in einer mittelmäßigen Weißglühhitze im Windofen erhalten, worin es mit dem Ofen zugleich erkaltete. Beim Oeffnen fand ich das Eisen ganz unverändert, ohne Blasen und ohne Glühspan; das wenige Reißblei, welches sich festgesetzt hatte, ließ sich leicht abkratzen, und auf dem Bruch hatte es das Ansehen des gewöhnlichen Brennstahls, ein mattes Korn und eine ins Gelbliche fallende weiße Farbe. In der Mitte zeigten sich aber einige Spuren von einem bläulichweißen Korn, zum Beweis, daß das Eisen nicht vollkommen durchgebrannt war. Nach dem Ausglühen im Frischheerd ließ es sich unter dem Hammer sehr leicht zu einem dünnen Zain ausrecken, gab aber durch kleine Kantenbrüche etwas Rothbruch zu erkennen. Kalt ließ es sich sehr stark hämmern und biegen, ehe es brach, und würde gewiß noch mehr Stärke gezeigt haben, wenn die stahlartige Beschaffenheit der Zähigkeit nicht hinderlich gewesen wäre. Ausgeschmiedet und braunroth glühend im Wasser abgelöscht, bekam

es eine reine Oberfläche, und beim Zerschlagen zeigte es sich auf dem Bruch als ein feiner und harter Stahl, der nur in der Mitte etwas eisenartig geblieben war. — Diese Versuche zeigen, daß das Reißblei dieselben Wirkungen wie der Kohlenstaub beim Stahlbrennen hervorbringt, und daß es dem kaltbrüchigen Eisen auch sogar einige Zähigkeit mittheilt, welches die Holzkohle nicht thut. Sollte nicht die phlogistisirte Luftsäure im Reißblei die stahlartige Beschaffenheit, die Stärke und die Zähigkeit des Eisens hervorgebracht haben?

c. Um zu sehen, ob ich mit gewöhnlichem Cementirpulver, nämlich mit Kohlenstaub, nicht einen eben so guten Stahl erhalten könnte, brachte ich einige $1\frac{1}{2}$ Zoll breite und $\frac{3}{4}$ Zoll starke Stücken von demselben kaltbrüchigen Eisen nebst einigen anderen Stücken Eisen in den Stahlofen. Nach zwölftägigem Brennen, wobei sich das zähe Eisen in guten Stahl verwandelt hatte, war das kaltbrüchige Eisen zum Theil halbgeschmolzen aneinandergeschweißt und so spröde geworden als Glas. Glühend ließ es sich unter dem Hammer fast gar nicht bearbeiten, sondern zerfiel bei allen Graden der Hitze zu körnigen Brocken. Das Reißblei muß daher mehr phlogistisirte Luftsäure enthalten, als die Holzkohle, welches auch mit Scheele's Versuchen übereinstimmt, wenn man mit denselben Hjelm's Angaben über die Bestandtheile der Holzkohle (Abhandl. d. Schwed. Akad. d. Wissensch. 1781) vergleicht. Das Reißblei enthält zwar zufällig etwas Schwefelsäure; was ich zu diesen Versuchen anwendete, war aber davon ganz frei.

d. Um das Verhalten in einer starken Hitze näher kennen zu lernen, mengte ich gleiche Theile Reißblei und reinen nicht gerösteten Feilspan von geschmeidigem Eisen unter einander, brachte das Gemenge in einen hessischen Tiegel, der nach und nach behutsam erhitzt und zuletzt einige Stunden lang der stärksten Hitze, die sich im Windofen nur hervorbringen ließ, ausgesetzt

ward.

ward. Der Tiegel war nur ganz locker bedeckt. Nach dem Erkalten fand ich den Feilspan theils zu größeren oder kleineren körnigen Stücken, theils zu kleinen dünnen Klumpen, die mit etwas dunkelbrauner Schlacke gemengt waren, geschmolzen. Die körnigen Stücken, vorzüglich aber die geschmolzenen kleinen Klumpen, verhielten sich gegen die Feile ganz weich und ließen sich auch kalt, besser aber noch warm etwas hämmern, ehe sie brachen. Im Bruch hatten sie das Ansehen des Brennstahls, und nach dem Ausschmieden und Härten gaben sie sich auch wirklich als solcher zu erkennen. Dieser Versuch zeigt abermals ein gleichartiges Verhalten des Reißblei mit der Holzkohle, und beweist zugleich, daß das Reißblei als Fluß für das strengflüssige geschmeidige Eisen dienen kann, wobei es sich, ohne von seiner Geschmeidigkeit zu verlieren, in Stahl verwandelt, wogegen es bei einem Zusatz von andern Flüssen gewöhnlich zu Roheisen wird. Bei einer außerordentlich starken Hitze sollte es wohl möglich seyn, das geschmeidige Eisen in einem fest verklebten Tiegel, oder unter einer Glasdecke, wodurch der Zutritt von mehrerem Phlogiston verhindert wird, mit Beibehaltung seiner Geschmeidigkeit und seiner Weichheit zum Schmelzen zu bringen (§. 77, 6.); mir haben diese Versuche indeß nicht glücken wollen, weil ich nicht Gelegenheit hatte, eine hinlänglich starke Hitze hervorzubringen.

IV. Bei allen übrigen Cementirversuchen, die nach Reaumur's Angabe mit den von ihm vorgeschlagenen vorhin genannten Substanzen angestellt wurden, war der Erfolg, so wie ich ihn schon kurz angezeigt habe. Alle Zusätze, die nur etwas Phlogiston enthielten, gaben einen besseren oder schlechteren Stahl. Glasartige oder erdartige Substanzen hingegen, die erweislich kein Brennbares enthalten, ließen das Eisen unverändert, oder machten es wohl sogar noch weicher.

Mit

Mit mineralischen Fettigkeiten, die gewöhnlich zugleich etwas Säure enthalten, z. B. mit Ruß von den Alaunschiefern, mit Steinkohlen und Bergpech, verwandelte sich das Eisen zwar auch in Stahl, allein es erlitt einen starken Abbrand und ward auch sehr wild. Ein Gemenge von Kohlenstaub und alkalischen Salzen schützte das Eisen zwar gegen den Abbrand, der Stahl ward aber sehr spröde. Dagegen bekam ich aus reinem Kohlenstaub von zerpulverten Birkenkohlen immer den besten Stahl, ohne allen Gewichtsverlust und zuweilen noch wohl sogar mit einer Gewichtszunahme von $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Procent. Die Kohlen von verschiedenen Holzarten verhalten sich ziemlich gleich; die Kohlen aus Birkenholz haben aber deshalb einen großen Vorzug, weil sie nicht so stark zusammensinken und nicht so schnell verbrennen.

V. Von den Versuchen, die ich mit verschiedenen Salzen angestellt habe, führe ich hier folgende an.

a. Ein Stück weiches Stabeisen ward in Kochsalz gelegt, welches in einem Tiegel in Fluß gebracht worden war, und blieb darin $\frac{1}{4}$ Stunde lang in völliger Weißglühhitze liegen, worauf das flüssige Salz abgegossen und das Eisen in kaltem Wasser abgelöscht ward, wodurch es sehr hart geworden war, und eine Stahlhaut oder eine Oberflächenhärtung erhalten, durch die Einwirkung des Salzes aber einen Gewichtsverlust von 9 Procent erlitten hatte. Das Salz war durch das aufgelöste Eisen röthlich gefärbt worden.

b. Fixer Salmiak (aus 2 Kalk und 1 Salmiak) ward in einer starken Rothglühhitze in einem Tiegel geschmolzen, wobei es etwas aufbrauste und dann so rein als Wasser floß, nach dem Erkalten aber ein helles, klares und halbdurchsichtiges Glas bildete, welches die Feuchtigkeit aus der Luft anzog und zu sogenanntem Kalköl zerfloß. Als dieses Salz im Tiegel in einen

recht

recht dünnen Fluß gekommen war, legte ich ein Stück weichen groben Eisendrath hinein, ließ es $\frac{1}{4}$ Stunde lang darin liegen, nahm es dann heraus und löschte es schnell im Wasser ab, worauf es mit einer außerordentlichen weißen und silberblanken Oberfläche, die so hart als Glas war, und welche aus einer dünnen Stahlhaut bestand, zum Vorschein kam. Die durch die ezenden Wirkungen der Salzsäure des Salmiaks und des Kalkes entstandene weiße Oberfläche ist in den Fällen sehr erwünscht, wenn Eisen und Stahl nach dem Härten eine sehr weiße und blanke Oberfläche erhalten sollen, wie bei den Feilen und ähnlichen Werkzeugen; indeß entspringt daraus doch die Unannehmlichkeit, daß die feine Salzsäure in die Poren des Eisens und des Stahls eindringt, die Feuchtigkeit aus der Luft anzieht, und der silberblanken Oberfläche bald einen Rostüberzug mittheilt, der sich schwer vermeiden läßt.

c. Ein kleiner, rein gefeilter, weicher, 4 Zoll langer Nagel bekam dadurch, daß er $\frac{1}{2}$ Stunde in geschmolzener Pottasche in einer starken Rothglühhize liegen blieb, ebenfalls eine Stahlhaut oder eine Oberflächenhärtung. Sodasalz gab das nämliche Resultat.

d. Eine dünne Eisenschiene blieb in einer starken Glühhize eine halbe Stunde lang in geschmolzener Glasgalle, die viel vitriolisirten Weinstein hielt, liegen. Nach dem Herausnehmen und Ablöschen im Wasser hatte sie sich bloß mit einer schwarzen Schlackenhaut bedeckt, aber keine bedeutende Härte angenommen.

e. Von geschmolzenem Salpeter, worin ein ähnlicher Eisenzain eine halbe Stunde lang in voller Hize stehen blieb, ward die Oberfläche des Eisens, welches über 60 Procent am Gewicht verloren hatte, bedeutend angegriffen; beim Ablöschen im Wasser zeigte es aber durchaus keine Härte.

Aus diesen Versuchen, die Oberfläche des Eisens in geschmolzenen Salzen zu härten, scheint hervorzugehen, daß das Eisen auch ohne Zutritt des Brennbaren zu Stahl werden kann; wenn man aber bedenkt, daß das Kochsalz immer Fett oder Phlogiston enthält, und daß sich dieses in der Pottasche, in der Soda und in dem flüchtigen alkalischen Theil des Salmiaks in einer noch weit größeren Menge findet, so ist sehr wahrscheinlich, daß dieser feine Körper auch bei jenen Versuchen die Verwandlung der Oberfläche des Eisens in Stahl, durch eine Art von Schmelzung, zu welcher die Salze behülflich waren, bewirkt haben muß, so daß die Härte eigentlich mehr von einer Roheisenhaut als von einer Stahlhaut herrührte. Dies wird dadurch noch wahrscheinlicher, daß jene Haut spröder ist als Stahl, und daß die Härte nach ein oder zweimaligem Glühen wieder verschwindet. Dieselbe Bewandtniß scheint es auch mit der stahlartigen Beschaffenheit des Eisens zu haben, welche es beim Schweißen oder in der Schmelzhitze äußerlich erhält (§. 268.), wahrscheinlich ist nämlich die Haut, welche sich dabei bildet, roheisenartig und nicht stahlartig. Es ist daher wohl als erwiesen anzusehen, daß das geschmiedete Eisen weder durch die bloße Hitze, noch durch die Wirkung der Salze in Roheisen oder in Stahl verwandelt werden kann; wogegen es sich aber auch nicht läugnen läßt, daß nicht einige Salze in Verbindung mit Phlogiston die Entstehung des Stahls beim Cementiren befördern, und daher in gewissen Fällen recht gute Dienste leisten können. Dann scheint es aber immer am besten zu seyn, reine, feuerbeständige, alkalische Salze anzuwenden, weil diese weder das Eisen angreifen, noch zum Rosten des Stahls Veranlassung geben, welches bei den mit Säuren verbundenen Neutralsalzen stets der Fall ist.

VI. Endlich stellte ich auch den Versuch an, weiches und geschmeidiges Eisen, welches vorher durch Glühen und Ablöschen im Wasser keine Härte annahm, in zerpulvertem Roheisen, oder in Bohrspan, von der Stückgießerei zu Hällefors zu cementiren. Das Glühen ward drei Stunden lang fortgesetzt und der Grad des Feuers im Windofen so eingerichtet, daß der Bohrspan nicht in Schmelzung übergehen konnte, wenn auch das Stabeisen zu Roheisen geworden seyn sollte. Nachdem das Cementirgefäß mit dem Ofen zugleich erkaltet war, könnte ich den Bohrspan, der sich nur so wenig zusammengesintert hatte, daß er sich mit den Fingern zerreiben ließ, ohne Umstände ausschütten. Das obere Ende des Eisens war ganz blank und rein, und der angeklebte Bohrspan ließ sich mit einem Messer sehr leicht abschaben; das untere Ende hingegen, welches die stärkste Hitze ausgestanden hatte, war zum Theil in Schmelzung übergegangen. Es zeigte sich übrigens Folgendes:

a. Eine dünne nur $\frac{1}{10}$ Zoll starke Eisenschiene war am stärksten mit Bohrspan bedeckt, hatte einige Blasen erhalten, und war an den von Bohrspan entblößt gebliebenen Stellen blau angelaufen. Das untere Ende ließ sich weder warm noch kalt, ohne an den Kanten Brüche zu bekommen, hämmern, löste sich aber durch das Härten von dem auf der Oberfläche befindlichen Roheisen ab, ward hart und spröde, erhielt einen grobkörnigen funkelnden Bruch, der aber weiter nach oben immer feiner und dicht ward, und das Ansehen des besten Stahls bekam. Das obere Ende war wegen der zu geringen oder nicht lange genug fortgesetzten Hitze stabeisenartig geblieben.

b. Eine andere $\frac{1}{8}$ Zoll dicke Stabeisenschiene war nach der Entblößung von dem anhängenden Bohrspan durchaus blank und rein und zeigte gar keine Blasen.

Durch

Durch das Härten in einer mäßigen Hitze ergab sich, daß die Stellen, welche weder eine zu starke noch eine zu schwache Hitze ausgestanden hatten, zu dem feinsten und gleichartigsten Stahl geworden waren.

c. Ein $\frac{1}{8}$ Zoll starkes Stück Eisendrath, welches in der Mitte des Cementirgefäßes gestanden hatte, ließ sich am besten und vollkommensten vom Bohrspan reinigen. Der Drath war ganz weich geworden, und ließ sich besser, als vorher, kalt und glühend schmieden, ohne Kantenbrüche zu bekommen. Durch das Härten erhielt er eine ganz reine Oberfläche und zeigte sich an den Stellen, bei denen der Grad der Hitze beim Cementiren und Härten richtig getroffen war, auf dem Bruch als ein feiner und dichter Stahl. An dem oberen Ende war in der Mitte ein Eisenkern zurückgeblieben.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß das weiche Eisen auch durch Roheisen zu Stahl werden kann; sie bestätigen also die Behauptung, daß das Roheisen etwas Brennbares verlieren, und das Stabeisen etwas davon aufnehmen muß, um Stahl zu werden; daß das Roheisen, besonders das graue, zu viel von der stahlerzeugenden Substanz enthält u. s. f. So lange man indeß den Stahl durch Cementation des Stabeisens mit andern Körpern darzustellen weiß, wird man von diesem Mittel keinen Gebrauch machen, weil sich der rechte Feuergrad dabei so schwer treffen läßt.

§. 271. Von dem zum Stahlbrennen erforderlichen Hitzgrad.

Es kommen dabei folgende Umstände in Betrachtung:

1. Ich

1. Ich habe eben dargethan, daß das Eisen durch die bloße Wirkung der Hitze oder des Feuers nicht in Stahl verwandelt werden kann, dennoch ist das Feuer aber als das vorzüglichste wirkende Mittel bei diesem Proceß anzusehen, weil es das Eisen ausdehnen und die Poren desselben öffnen muß, um es zur Aufnahme des in der Hitze gleichsam aufgelösten brennbaren Wesens geschickt zu machen. Dies kann indeß nicht so schnell geschehen, sondern es wird dazu eine längere oder kürzere Zeit erfordert, die mit dem Grad der Hitze, mit der Dicke des zu cementirenden Eisens, mit der größeren oder geringeren Wirksamkeit des Brennbaren und mit der größeren oder geringeren Neigung oder Anlage des Eisens selbst, das Brennbare aufzunehmen, um dadurch zu Stahl zu werden, im Verhältniß steht. Es hat hiermit dieselbe Bewandtniß, als mit dem Verbrennen des Eisens im freien Feuer, wenn dasselbe ohne Bedeckung dem Zutritt der Luft ausgesetzt ist. Die Oberfläche setzt schon im ersten Augenblick des Glühens Glühspan an; das Brennbare verdampft aber immer langsamer, etwa im kubischen Verhältniß der Zeit oder der Geschwindigkeit des Verkalkens zu der Entfernung von der Oberfläche bis zum Mittelpunkt. Wenn z. B. das Phlogiston in einer Zeit von 2 Stunden eine Linie tief entweicht, oder wenn sich das Eisen in 2 Stunden eine Linie tief verkalkt, so erfordert die zweite Linie 8 Stunden, die dritte Linie 512 Stunden u. s. f. (§. 58, 3. 5.). Fast eben so verhält es sich mit dem Eintreten des Phlogiston in das Eisen. Die Oberfläche verwandelt sich bei einer starken Rothglühhitze sehr bald in Stahl; die Geschwindigkeit dieser Veränderung nimmt aber immer mehr und mehr ab, obgleich es scheint, daß das Eisen das Phlogiston schneller aufnimmt als ausstößt, indem bei der Verdampfung des Brennbaren eine kubische, beim Aufnehmen oder Verschlucken desselben aber eine mit dem Quadrat der

Zei-

Zeiten im Verhältniß stehende Progression zum Grunde zu liegen scheint. Wenn nämlich die Stahlverwandlung in den ersten zwei Stunden eine Linie tief erfolgt, so erfordert die zweite Linie 4 Stunden, die dritte 16 Stunden, die vierte 256 Stunden, so daß nach dieser Berechnung eine 8 Linien dicke Stange Eisen 10 Tage lang cementirt werden müßte, welches auch mit der Erfahrung übereinstimmt. Diese Regel leidet indeß mehrere Ausnahmen, wenn die Hitze nämlich so verstärkt wird, daß das Eisen dem Schmelzen nahe kommt, wodurch es sich außerordentlich ausdehnt und das umgebende Brennbare leicht verschlucken kann. Durch einen verstärkten Hitzgrad erspart man indeß beim Cementiren des Stahls nicht beträchtlich an Zeit, indem die Erfahrung gelehrt hat, daß Eisen von derselben Qualität und Quantität, welches im gewöhnlichen Stahlofen bei Holzkohlen in einer Zeit von 10 bis 12 Tagen durchgebrannt war, bei Holzflammenfeuer, in einer dadurch bewirkten stärkeren Hitze, 8 Tage erforderte, um zu Stahl zu werden.

2. Giebt man dem Stahl nicht gehörige Hitze, und läßt man ihm nicht Zeit genug beim Cementiren, so kann er zwar ganz durchgebrannt zu seyn scheinen, allein er ist ein weicher Stahl geworden, der nur zu feineren polirten Arbeiten, zu Gabeln, zu gewöhnlichen Tischmessern und zu mehreren Sachen gebraucht werden kann, bei denen man keine besondere Härte verlangt. Zu Meißeln, Feilen, Bohrern, Grabsticheln ꝛc. ist dagegen ein sehr harter Stahl nöthig, den man nur durch starkes Cementiren, oder dadurch, daß man den weichen Stahl noch einmal in den Cementirofen bringt, erhalten kann.

3. Eine zweite Ausnahme von der angeführten Regel ist die, daß das Eisen, wenn es zu Ende des

Bran-

Brandes den höchsten Grad der Hitze erreicht, geschwinder zu Stahl wird, weil die stahlartige Beschaffenheit dann von allen vier Seiten her gegen den Mittelpunkt wirkt und einen Vereinigungspunkt sucht. Dies ist der Grund, weshalb ein Eisenkern, von dem man glauben sollte, daß er sich in 2 bis 3 Tagen nicht bedeutend vermindern müßte, zuletzt sehr bald verschwand.

4. Die Façon, in welcher das Eisen ausgeschmiedet ist, trägt zur Beschleunigung der Cementation ebenfalls viel bei. Eine $\frac{1}{2}$ Zoll dicke und 2 Zoll breite Eisenstange kann in dem vierten Theil der Zeit, welche eine andere Stange von 1 Zoll in Quadrat und übrigens von derselben Länge und Schwere erfordert, cementirt werden. Es findet hier dasselbe statt, was ich (§. 58, 3.) beim Verbrennen des Eisens angeführt habe, daß nämlich die Wirkung der Hitze, oder die Verdampfung des Phlogiston, mit der Oberfläche der Körper im Verhältniß steht. Eben dies Gesetz findet auch beim Einsaugen des Phlogiston Anwendung, indem sich das Eisen desto schneller in Stahl verwandelt, je größer seine Oberfläche im Verhältniß gegen seine Masse, oder je dünner das Eisen ist.

5. Wer aber durch das Einlegen dünner geschmiedeter Eisenstäbe beim Cementiren zu Stahl an Zeit ersparen will, muß folgende Nachtheile, die daraus entspringen können, wohl berücksichtigen.

a. Wenn eine dünne Stahlstange vierkantig geschmiedet werden soll, so weicht sie gern aus und giebt zersprengte Stahlstäbe.

b. Der Stahl aus starken gut durchgebrannten Stäben wird nach dem Ausschmieden desto feiner, je stärker man ihn ausreckt. Ein dünner Stab, der dieselbe Dimension erhalten soll, kann nicht so stark ausge-

geschmiedet werden; man verliert also die daraus entspringenden Vortheile.

c. Bei starken Stäben läßt sich mehr Eisen in eine und dieselbe Stahlkiste bringen, folglich auch bei einem geringeren Aufwand an Kohlen oder Holz zu Stahl brennen, als bei schwachen.

d. Die Erfahrung hat gelehrt, daß starke Eisenstäbe, wenn sie erst recht erhitzt sind, zur Verstärkung des Hitzgrades in der Stahlkiste beitragen, welches auch dadurch bewirkt werden kann, daß man so wenig Kohlenstaub oder Cementirpulver als möglich zwischen ihnen legt.

6. Daß das Cementiren durch zu viel Kohlenpulver gehemmt oder aufgehalten wird, davon habe ich mich dadurch überzeugt, daß ich einen $\frac{1}{8}$ Zoll starken Eisendrath in einen mit Kohlenstaub angefüllten thönernen Cylinder von 3 Zoll im Durchmesser brachte, und den Cylinder 13 Tage lang im Stahlofen stehen ließ. Beim Herausnehmen fand ich den dünnen Drath, wegen des vielen Kohlenstaubes kaum stahlartig geworden, obgleich eine 2 Zoll starke Stange, die nur $\frac{1}{2}$ Zoll stark mit Kohlenstaub bedeckt war, ganz durchgebrannt worden war *). Weil das zu starke Stabeisen aber immer schlechter durchgearbeitet zu seyn pflegt, so ist es am besten den Mittelweg zu wählen und 2 Zoll breite und $\frac{7}{8}$ Zoll starke, oder noch etwas dickere Stäbe zum Cementiren anzuwenden.

7. Um zu sehen, in wie fern sich die Zeit des Cementirens durch eine verstärkte Hitze würde abkürzen lassen, brachte ich einen dünnen $\frac{1}{4}$ Zoll starken Eisenzain mit Kohlenstaub in einen engen Cylinder, der gut verklebt und 2 Stunden lang der stärksten Windofenhitze aus-

*) Der Grund dieser Erscheinung ist ohne Zweifel die Eigenschaft der Kohle, ein schlechter Wärmeleiter zu seyn. In der zu dicken Kohlenhülle hat das Eisen nicht gehörig erhitzt werden können.

ausgesetzt ward. Der Zain war an einigen Stellen zu wirklichen Tropfen geschmolzen, und hatte sich zwar größtentheils in Stahl verwandelt, allein in der Mitte war noch ein ansehnlicher Eisenkern zurückgeblieben. Ein anderer Eisenzain von derselben Beschaffenheit und eben so mit Kohlenstaub umgeben, erforderte in einer weit schwächeren Hitze nur 6 Stunden, um durch und durch zu Stahl zu werden. Die Zeit vermag also zu bewirken, was durch übertriebene Hitze nicht ausführbar ist.

8. Der Stahlbrenner muß daher nicht allein das Feuer gehörig zu reguliren und gleichförmig in dem Ofen zu vertheilen, sondern auch den Grad der Hitze und die Zeit, in welcher das Eisen zu Stahl wird, zu beurtheilen wissen. Die englischen Stahlöfen, die mit Steinkohlen betrieben werden, und die in späteren Zeiten vorgerichteten Oefen mit Holzflammenfeuer sind so eingerichtet, daß man während des Brandes Probestangen herausnehmen kann. Sind diese Probestäbe durchgebrannt, oder durchgängig in Stahl verwandelt, so kann man sicher seyn, daß es auch alle übrigen Stäbe seyn werden. Bei den gewöhnlichen Stahlöfen, die mit Holzkohlen gefeuert werden, findet diese Einrichtung nicht statt. Es lassen sich bei diesen Oefen zwar kleine Drathenden senkrecht in die Stahlkisten hineinstellen, und während des Brandes mit einer langen Zange zur Probe herausziehen; erfahrne Stahlbrenner machen aber von diesem Mittel keinen Gebrauch, weil sie andere sichere Kennzeichen, die sie als ein Geheimniß behandeln, zu besitzen glauben, um zu beurtheilen, ob der Stahl gehörig durchgebrannt ist oder nicht. Sehr häufig werden sie aber getäuscht, vorzüglich wenn sie mit einer ihnen unbekannten Eisensorte zu thun haben. Der Stahl ist dann entweder zu stark gebrannt, und wird in diesem Fall zwar hart, aber zu spröde und zu wild, um sich in den Kleinschmiedefeu-

feuern gut schweißen und bearbeiten zu lassen, oder er bleibt durch ein zu schwaches Brennen zu weich und behält in der Mitte einen Eisenkern. Einige richten sich nach der Zeit, nämlich nach der Anzahl der Tage, welche der Ofen im Feuer ist; Andere nach dem Verbrauch an Brennmaterial, indem sie sich aus langjähriger Erfahrung gemerkt haben, wie viel Kohlen in dem Ofen verbrennen müssen, ehe der Stahl gehörig durchgebrannt ist. Alle diese Kennzeichen sind indeß sehr schwankend; am zuverläßigsten urtheilt man nach dem Grad der Hitze selbst, wenn nämlich die äußeren Wände der Stahlkiste weich zu werden und Eindrücke mit einer kleinen eisernen Stange anzunehmen anfangen. Wenn die Hitze so stark geworden ist, daß sich der feuerfeste Thon zu verglasen anfängt, wird man auch darauf rechnen können, daß der Stahl durchgebrannt ist.

9. Daß man durch eine geringere aber länger anhaltende Hitze eben die Wirkungen, als durch ein stärkeres nicht so lange fortgesetztes Glühen hervorzubringen im Stande sey, ist indeß nur mit Einschränkungen zu verstehen, weil die schwächere Hitze doch nach und nach so verstärkt werden muß, daß sich das Eisen ausdehnen kann, um für die Aufnahme des Brennbaren empfänglich zu seyn. Ein dünner Eisenzain, der in Kohlenstaub, in einer Zeit von 4 Stunden, in der Weißglühhitze durch und durch zu Stahl gebrannt ward, blieb in einer mäßigen Glühhitze in demselben Windofen vier Stunden lang ohne Luftzug stehen, und zeigte sich nicht allein durchaus nicht stahlartig, sondern war sogar noch weicher geworden als vorher, wie dies beim Glühen des Eisens gewöhnlich geschieht. Daraus scheint zu folgen, daß zum Stahlwerden immer eine völlige Schweißhitze nöthig ist, obgleich man zugeben muß, daß die Cementation, wenn man die oben genannten Salze als Zuschläge anwendet, oder wenn man sich des von Reaumur vorgeschlagenen Cementir-

pul-

pulvers bedient, ungemein beschleunigt wird, und daß alsdann auch kein so starker Grad von Hitze nöthig ist, welches ohne Zweifel daher rührt, weil die Salze die innere Hitze des Eisens erwecken und die Ausdehnung desselben befördern, so daß es keiner so starken äußeren Hitze bedarf. Dieselbe Erscheinung findet auch im Töpferofen statt. Wirft man nämlich etwas Kochsalz in den Ofen, während sich die Gefäße in völliger Glut befinden, so wird die Hitze so stark, daß sich die Gefäße äußerlich zu verglasen oder in Schmelzung überzugehen anfangen, welches ohne eine solche äußere Ursache in demselben Ofen nicht geschehen seyn würde. Es scheint daher, daß das Kochsalz eben sowohl die Hitze zu verstärken, als umgekehrt in Verbindung mit Eis und Schnee die Kälte zu befördern im Stande ist. Es ist aber besser, guten Stahl durch natürliche starke äußere Hitze zu erzeugen, als einen schlechteren durch Zusätze von Salzen, die viele üble Folgen nach sich ziehen, zu bereiten.

10. Ehe ich diesen Gegenstand verlasse, muß ich noch der Wirkung gedenken, welche der höchste und stärkste Grad der Hitze auf den Brennstahl hervorbringt. Er wird nämlich ganz flüssig, läßt sich in jede beliebige Form gießen, und ist dann nach einem behutsamen Aufglühen und Ausschmieden zu den feinsten Arbeiten brauchbar. In diesem Zustand nennt man ihn **Gußstahl**; er besitzt den höchsten Grad der Vollkommenheit und Feinheit von allen Stahlarten. Von der Bereitungsart dieses Stahls weiß man nicht mehr, als ich bereits angeführt habe, daß der Brennstahl nämlich in feuerfesten Tiegeln im Windofen mit solchen Zusätzen geschmolzen wird, wodurch er seine Härte und Geschmeidigkeit behält, und daß man die hierzu erforderliche sehr starke Hitze durch verkohlte Steinkohlen, oder durch sogenannte **Coaks** hervorbringt. Jars führt in seinen metallurgischen Reisen bei der

Beschreibung der Fabrikanlagen zu Sheffild in England etwas über diesen Stahl an. Von den Eigenschaften desselben habe ich im §. 75. No. 3. meiner Abhandlung über die Verfeinerung des Eisens und des Stahls geredet. Ungeachtet der Vorzüge, welche dieser Stahl wegen seiner Feinheit und Dichtigkeit besitzt, hat er doch zuweilen den Fehler, daß er nach dem Feinpoliren oft schattig und weiß gewölkt und mit harten Stellen erscheint, daß er die Weißglühhitze größtentheils gar nicht aushält, und daß er sich daher mit dem Eisen nicht zusammenschweißen läßt. Wenn man aber anderen gehärteten Stahl zwischen legt, so kann man ein Zusammenschweißen bewirken, wobei man indeß sehr vorsichtig verfahren und den Stahl mit einem Brei von Thon und Wasser bestreichen muß, ehe man ihn ins Feuer bringt, welches Verfahren überhaupt immer beim Schweißen des Stahls befolgt werden muß. Diesen Ueberzug muß man so lange, bis der Stahl zu schweißen anfängt, sorgfältig zu erhalten suchen, und die Oberfläche häufig mit Sand oder Glaspulver bestreuen, wenn die Lehmdecke abgegangen seyn sollte. Dadurch und durch ein sorgfältiges Schmieden, welches ein erfahrner Schmidt verstehen muß, läßt sich das Zusammenschweißen des Stahls recht gut bewerkstelligen.

§. 272. Vom Materialeisen zum Brennstahl.

Aus mehreren Versuchen mit verschiedenen Stabeisenarten hat man gefunden, daß das Stabeisen in der Fähigkeit, schneller oder langsamer zu besserem oder schlechterem Stahl zu werden, sehr verschieden ist, worüber man die fünfte Abtheilung des Reaumurschen Werks und die §§. 5. 74 und 84. meiner Abhandlung über die Verfeinerung des Eisens und Stahls nachsehen kann. — In England, woselbst man beim Stahlbren-

brennen die äußerste Vorsicht beobachtet, gehört die vorsichtige Auswahl des Materialeisens zum vorzüglichsten Gegenstand der Aufmerksamkeit, und man verwirft daselbst alles Eisen, welches durch mehrmaliges Umschmelzen einen hohen Grad von Weichheit erhalten, und dadurch alles Stahlartige, welches die Erze von Natur gehabt haben können, verloren hat. - Darin sowohl, als in der Beschaffenheit der Erze, scheint der vorzüglichste Grund zu liegen, warum das Eisen, welches bei der Wallonischen Frischmethode, nämlich durch einen einfachen Proceß, wobei das Eisen am mehrsten von seiner natürlichen Stärke behält, erzeugt wird, in der Regel den härtesten und festesten Stahl giebt, der bei der Bearbeitung die größte Härte und Stärke bekommt und sie auch am längsten behält. Aus eben dieser Ursache hat man auch in England kein Eisen passender zur Stahlbereitung gefunden, als das schwedische Eisen aus dem Danemorer Bergrevier, woselbst die Wallonenfeuerarbeit eingeführt ist, und wo das Roheisen aus unvermischten Erzen von den besten Danemorer Anbrüchen erblasen wird.

Eine Gattirung von mehreren Erzen hat mehrentheils die üble Folge, daß das Stabeisen aus solchem Roheisen an dem einen Ende des Stabes früher und an dem andern später zu Stahl wird, und dieses Eisen ist durchaus zu verwerfen. Nach der Versicherung eines genau beobachtenden unterrichteten Schwedischen Hüttenmannes sollen 5 Tonnen weiches Biscaier Eisen, womit man in England einen Versuch anstellte, bei einem mehrere Tage länger als gewöhnlich anhaltenden Brennen kaum die Hälfte Stahl, der noch obenein weich und brüchig war, gegeben haben. Bei einem ähnlichen Versuch mit 6 Tonnen sibirischem Eisen erhielt man einen noch schlechteren Stahl. Auch das in England selbst geschmiedete Stabeisen findet man zum

Stahlbrennen nicht tauglich, weil es nicht allein längere Zeit zum Brennen erfordert, sondern auch oft an dem einen Ende des Stabes zu Stahl wird, wenn das andere noch weiches Eisen ist, und weil es überhaupt nicht Stärke und Festigkeit genug besitzt. — Die Kennzeichen, nach denen sich die englischen Stahlbrenner richten, und die Eigenschaften, welche sie von einem guten Materialeisen zu Stahl verlangen, sollen folgende seyn:

1. Es muß im Bruch aus zähen, dichten, gleichartigen Körnern und nicht aus Adern zusammengesetzt seyn, weil das adrige Eisen längere Zeit erfordert, um ein eben so guter Stahl zu werden und dennoch fast nie gleichartig hart ausfällt.

2. Je feiner und gleichartiger diese Körner sind, desto besser ist das Eisen. Umgekehrt giebt Eisen, welches aus einem groben Korn oder groben Gefüge besteht (open grain iron) den schlechtesten Stahl.

3. Stabeisen, welches in der kürzesten Zeit zu Stahl brennt, ist das beste, und noch besser ist es, wenn es

4. mit vielen kleinen Blasen (blistors) aus dem Ofen kommt.

5. Einige Stahlbrenner halten den Stahl für besser, der einen gröberen Bruch hat, als den, dessen Bruch ein feinkörniges Ansehen besitzt, wenn er so eben aus dem Ofen genommen, und ehe er ausgeschmiedet wird.

Man hat auch die Erfahrung gemacht, daß das Danemorer Eisen, welches in den Wallonenheerden ein so vorzügliches Materialeisen zum Stahl giebt, seine Vorzüglichkeit beim deutschen Schmiedeproceß ganz verliert, so daß die englischen Stahlbrenner dann von die-

diesem Eisen sagen: The substance is burnt away (das Eisen hat durch das Brennen seine Stärke verloren). Man soll dies überhaupt in England sehr häufig hören, und sich jener Redensart bei allem Eisen, welches man nicht für brauchbar hält, also auch bei dem sehnigen Eisen bedienen *).

Außerdem soll aber das Materialeisen in England nicht weiter sortirt werden, als daß man die Stäbe, die beim Zerschlagen als die besten, dichtesten und mit den vorhin angegebenen Kennzeichen übereinstimmend befunden worden sind, mit einem Stempel bezeichnet, damit man dies Eisen zu den feinsten Arbeiten anwenden kann. Daß der Frischproceß einen großen Einfluß auf die Beschaffenheit des Eisens und auf die Anwendbarkeit desselben zu Stahl habe, ist vorhin beim Danemorer Eisen gezeigt. Das Eisen aus stahlartigen Erzen behält indeß immer den Vorzug. Stabeisen aus Roheisen von den vorhin angeführten braunsteinhaltigen Daler Erzen erzeugt (§. 259.), welche sowohl im Frischheerd als in den kleinen Blasedöfen mehr geneigt waren, Stahl als weiches Eisen zu geben, gab auch im Stahlofen einen festen und harten Brennstahl. Dadurch bestätigt sich abermals, daß die Kunst weniger als die Natur vermag, und daß diese am kürzesten und wohlfeilsten zum Zweck führt. Daß das kaltbrüchige Eisen aus Sumpf- oder Wiesenerzen zu Stahl durch-

*) Man richtet sich bei der deutschen Frischmethode nach dem Roheisen, den Kohlen und nach dem Gang im Feuer. Ist das Roheisen so beschaffen, daß es schon beim ersten Einschmelzen von der Ganz so gaar wird, daß bei einmaligem Aufbrechen und Einfrischen gutes Eisen erfolgt, so wird der geschickte Frischer es gern dabei lassen. Hätte das Eisen aber zu viel Unart, so muß er absichtlich einen rohen Gang bewirken, weil er sonst schlechtes Stabeisen erhalten würde. Die Vorzüglichkeit der Wallonenschmiederei liegt also nicht in der Methode, sondern im Roheisen, und der geschickte deutsche Frischer wird aus demselben Roheisen gewiß eben so gutes Stabeisen liefern können, als der Wallonenschmidt.

durchaus unbrauchbar ist, daß das rothbrüchige Eisen einen harten aber wilden Stahl giebt, daß der Stahl aus weichem und zähem Eisen sehr weich, obgleich deshalb leicht zu bearbeiten ist, daß sich das weiche, mürbe und kurzsehnige Eisen gar nicht anwenden läßt, und daß die Fehler des Eisens überhaupt durch das Stahlbrennen größer und merklicher werden, habe ich schon erwähnt.

§. 273. Bemerkungen über den Brennstahl.

1. Bekanntlich erhält das Eisen beim Stahlbrennen größere oder kleinere Blasen, weshalb man ihn auch Blasenstahl (Blåsstål) und in England Blistersteel nennt. Man hält diese Blasen zwar für ein sicheres Kennzeichen, daß das Eisen völlig zu Stahl geworden sey, allein es ist sehr unzuverläßig, weil der Stahl zuweilen sehr blasig seyn kann, ohne gehörig durchgebrannt zu seyn. Wenn das Eisen einen sehnigen zähen Bruch hatte, folglich in der Regel ein undichtes Eisen war, werden diese Blasen weit größer. Körniges, festes, starkes und dichtes Eisen bekommt nur kleine Blasen, wie Hanfkörner oder halbe Erbsen groß. Oeffnet man eine solche Blase, wenn die Stange schon erkaltet ist, so findet man sie inwendig ganz blank. Durch das Schmieden, ohne eine Schweißhitze zu geben, verbindet sie sich dergestalt mit dem Stahl, daß gar keine Undichtigkeit bemerkbar ist. Oeffnet man sie aber glühend mit einem spitzen Meißel, so schlägt eine blaue geruchlose Flamme heraus.

2. Wenn man den Brennstahl gut erhitzt in dicken Stücken unter einem Kneifhammer ausschmiedet, bemerkt man ebenfalls eine blaue Flamme, die das Stück Stahl wie ein Nebel umgiebt, und welche auch dann zum Vorschein kommt, wenn man mehrere dünne Stücken

Stahl

Stahl zusammenschweißt, oder wenn man dem Stahl einen gewissen Grad der Rothglühhitze giebt, wobei das Brennbare am stärksten verdampft. Diese Flamme hat das Ansehen der blauen Flämmchen, die aus den ausgebrannten Birken- oder Erlenkohlen aufsteigen, auch scheint sie aus denselben Bestandtheilen, nämlich aus dem feuernährenden Phlogiston und aus Luftsäure zusammengesetzt zu seyn, welche letztere der einzige erweisliche Bestandtheil ist, den das Eisen beim Cementiren mit Kohlenstaub aufnehmen kann. Feilspan von Stahl, der im Probirofen unter der Muffel auf einem Scherben kalcinirt wird, stößt eben solche blaue Flamme aus (§. 257, 16.).

3. Wenn die Stahlstangen aus dem Ofen genommen werden, müssen sie eine reine bläuliche oder blanke Oberfläche haben und von allem Glühspan frei seyn. Zeigt sich überall oder an einigen Stellen eine Glühspanhaut, so fand an diesen Stellen ein feiner Luftzug statt, oder der Kohlenstaub hatte die Stäbe nicht gehörig bedeckt. In diesem Fall kann man auch sicher voraussetzen, daß die Stäbe unter dem Glühspan mit einer Eisenhaut überzogen sind, und daß der Stahl beim Härten keine reine und blanke Oberfläche annehmen wird, sondern daß er schwarz und unansehnlich bleibt und zu gewissen Arbeiten, z. B. zu Messern, nicht füglich gebraucht werden kann. Ist die Eisenhaut nicht zu dick, so kann man sie dadurch wieder wegbringen, daß man den Stahl unter einer Decke von Schweißsand, Thon und etwas wenigem Kochsalz bis zum Weißglühen erhitzt.

4. Reaumur zeigt in der 7. Abtheilung seines Werkes, wie sich das Ansehen des Eisens auf dem Bruch, durch alle Grade der Hitze und Zeitmomente hindurch verändert, und giebt seinem sehr genauen Vortrag durch Zeichnungen mehr Deutlichkeit. Weil

diese Veränderungen größtentheils die Farbe und das Gefüge des Eisens betreffen, die sich durch Beschreibungen nicht ganz verständlich machen lassen, so kann ich nur im Allgemeinen bemerken, daß sowohl das zähe, sehnige, als auch das körnige glimmrige Eisen, beim Cementiren zu Stahl durchaus körnig, und zwar grob- oder feinkörniger, mehr oder weniger matt, weiß und ins Gelbliche fallend wird, je nachdem es mehr oder weniger hart gebrannt und anfänglich selbst mürber oder fester war. Je gröber und matter der Stahl wird, je mehr sich seine Farbe ins Gelblichweiße neigt, und je stärker er durch innere Blasen ausgedehnt wird, desto stärker ist er gebrannt. Wenn der Bruch nach auswendig zwar matt, inwendig aber bläulich und glimmrig erscheint, so ist dies ein sicherer Beweis, daß der Kern noch eisenartig geblieben ist, welches sich durch das Glühen des Stahls und durch das Ausrecken zu dünnen Zainen, beim Härten oder Ablöschen in braunrother Glühhitze bald deutlicher zu erkennen giebt. Wird das Härten bei lichtrother oder weißwarmer Hitze vorgenommen, so erhält der feinste Stahl einen grobkörnigen Bruch, und die kleinen im Mittelpunkt zurückgebliebenen Eisenadern lassen sich dann nicht unterscheiden.

5. Wenn ein Stück ausgereckter Brennstahl so lange geglüht wird, bis er Glühspan ansetzt, und wenn man ihn dann erkalten läßt und zerschlägt, so sieht man auf dem Bruch sehr deutlich, wie das Korn, welches vorher matt war, am Rande zunächst an der Oberfläche seine Farbe verändert und bläulich und glimmrig geworden ist. Die stahlartige Beschaffenheit fing nämlich an zu verschwinden, indem ein Uebergang in Eisen statt fand.

6. Daß das Eisen beim Cementiren aufschwellen, oder daß der frischgebrannte Stahl länger und breiter

seyn

seyn muß, als das dazu genommene Materialeisen, geht schon aus dem, was ich über die Blasen und Undichtigkeiten gesagt habe, hervor. Reaumur machte die Beobachtung, daß ein 5 Zoll langes Stück Eisen nach dem Cementiren im Zustande des Stahls $1\frac{1}{2}$ Linien länger geworden war. Diese Ausdehnung findet nicht statt, wenn man statt des Eisens bereits durchgebrannten Stahl, der schon geschmiedet ist, einlegt und zum zweitenmal cementirt. Man bemerkt dann weder eine Ausdehnung noch Blasen, vorausgesetzt, daß der Stahl gehörig durchgebrannt war und keine undichten oder eisenartigen Stellen enthielt. Beim harten Schmelzstahl findet derselbe Fall statt. Was der Stahl aber beim Cementiren an Größe zunimmt, verliert er wieder durch das Zusammenarbeiten beim Schmieden.

7. Ich habe schon gezeigt (§§. 24. 29.), daß der Stahl ein etwas größeres specifisches Gewicht hat, als das Eisen, daß er folglich dichter ist als dieses. In wie fern aber das absolute Gewicht des Eisens beim Cementiren zu Stahl größer wird, wie viel z. B. ein Schiffpfund Stahl mehr wiegt als das Eisen, woraus es entstanden ist, hat man noch nicht mit Zuverläßigkeit ausgemittelt. Reaumur will aus seinen Versuchen gefunden haben, daß das Eisen durch die Verwandlung in Stahl um $\frac{1}{2\,5\,0}$ seines ursprünglichen Gewichts schwerer wird. Auch die in England angestellten Versuche sollen ergeben haben, daß das Eisen durch das Cementiren zu Stahl um $\frac{3}{4}$ Procent schwerer wird. Nach meinen Versuchen blieb das Gewicht vor und nach dem Cementiren fast immer gleich, und wenn der erhaltene Stahl einmahl mehr wog, so war jederzeit eine dünne Glühspanhaut entstanden, und dann darf man sich freilich über diesen Zuwachs nicht wundern (§. 64.).

Es

Es ist zwar ausgemacht, das das Brennbare, welches das Eisen beim Cementiren aus dem Kohlenstaub aufnimmt, schwer seyn muß; wenn man dagegen aber erwägt, daß das Eisen in den Zwischenräumen größtentheils noch etwas unreducirte oder kalcinirte Eisenerde enthält, welche durch die Reduktion beim Brennen wieder einen Gewichtsverlust erleiden muß, so werden sich der Zuwachs am Gewicht auf der einen und die Abnahme desselben auf der anderen ziemlich das Gleichgewicht halten. Denkt man sich aber ein ganz vollkommen metallisches Eisen, welches bei Vermeidung alles Glühspans zu Stahl gebrannt wird, so muß das Gewicht ohne Zweifel größer werden, weil die reißbleiartige Substanz, welche der Stahl aufnimmt, schwerer ist als die Luft, wogegen das einfache elementarische Phlogiston das Gewicht der metallischen Eisenerde vermindern muß, weil es leichter ist als die Luft.

§. 274. Bemerkungen über das Stahlbrennen.

In Rücksicht der Einrichtung und Bauart der Stahlöfen muß ich mich auf meine in Handschrift übergebene und mit deutlichen Zeichnungen versehene Abhandlung (§. 269.) und auf mein kleines Werk, über die Verfeinerung des Eisens und des Stahls beziehen. Es geht daraus hervor, daß das Cementiren des Stahls in Schweden, sowohl bei Holzkohlen als auch bei Holz, zu einem solchen Grade von Vollkommenheit gebracht worden ist, daß wir schwerlich noch mehrerer Belehrungen vom Auslande bedürfen. Am wenigsten ist aber der von Reaumur vorgeschlagene Stahlofen anwendbar. Hier kann ich mich nur auf folgende Bemerkungen beschränken:

1. Obgleich fein gestoßene oder gemahlene Birkenkohlen schon hinreichen, um Eisen in Stahl zu verwandeln, so zeigt die Erfahrung doch, daß etwas beigemengte frischgebrannte Holzasche, aus den schon oben angeführten Gründen, sehr gute Dienste thut. Der Kohlenstaub muß durch ein Drathsieb, welches höchstens Stücken von der Größe einer Erbse durchläßt, geworfen werden. Asche von Birkenholz und von Birken- und Wacholderholz zusammen, ist am besten.

2. 16 Theile Kohlenstaub und 1 Asche sorgfältig und trocken durch einandergemengt, geben das eigentliche Cementirpulver, das in Schweden den Namen Brennmaterie erhalten hat. Auf 3 Schiffpfund Eisen, die cementirt werden sollen, kann man eine Tonne von dieser Brennmaterie rechnen, so daß 15 bis 16 Tonnen Kohlenstaub und eine Tonne Asche zu einem Stahlofen mit 3 Kisten, worin gewöhnlich 80 Schiffpfund Eisen befindlich sind, erfordert werden. Das Cementirpulver muß trocken oder doch nur höchst wenig naß seyn, weil eine zu große Feuchtigkeit dem Ofen schaden würde.

3. Auf dem Boden der Kiste breitet man die gröbste Brennmaterie zuerst einige Zoll hoch recht gleichförmig aus und drückt sie fest zusammen. Dann stellt man die Eisenstäbe auf der hohen Kante so gleichförmig als möglich neben- und schichtweise übereinander; jedoch so, daß zwischen der ersten Eisenstange und den Wänden der Stahlkiste ein Zwischenraum von einem Zoll, und zwischen den Stäben selbst eine Entfernung von $\frac{1}{2}$ Zoll bleibt, welche Zwischenräume mit Cementirpulver angefüllt werden, das vermittelst eines eisernen oder hölzernen Spatels recht fest eingestampft werden muß. Die Stabeisenschichten müssen ebenfalls durch eine einen Zoll dicke Lage von Cementpulver von einander

ander abgesondert werden, so daß kein Stab den anderen unmittelbar berühren kann. Die Stahlkiste wird nur so weit vollgepackt, daß oben ein leerer Raum von 6 Zoll tief bleibt, den man mit Cementpulver anfüllt, und dieses endlich ein Paar Querfinger hoch, oder noch höher, mit Asche vom Cementpulver des vorigen Brandes bedeckt.

4. Von dem gebrauchten Cementpulver kann man den dritten Theil wieder zur neuen Brennmaterie zusetzen; beim nächsten oder dritten Brande muß man aber wieder neues Cementirpulver haben.

5. Die rohen Enden der Eisenstäbe müssen sorgfältig verhauen seyn und von den Wänden der Stahlkisten einige Zoll entfernt bleiben, welche Zwischenräume man vorzüglich mit grobkörniger Kohlenlösche ausfüllt, die das Durchbrennen der Enden befördert.

6. Außer den übrigen schon bemerklich gemachten Erfordernissen muß das Materialeisen auch weder rostig noch mit einer Glühspanhaut bedeckt seyn, weil sonst durch das Cementiren eine Eisenhaut entstehen würde. Es ist daher nicht übel, wenn man das zum Cementiren bestimmte Eisen durch kaltes Hämmern und Besprengen mit Wasser etwas glättet, um den Glühspan wegzubringen, nur muß man es durch zu starkes Schlagen nicht bis zum Bersten der Stäbe bringen, weil der Stahl dann sehr undicht werden würde.

7. Eine Eisenhaut entsteht auf dem Stahl, wenn der Stahlbrenner einen Fehler begangen und das Cementpulver nicht dicht genug um die Stäbe gepackt hat, wenn die Stahlkisten kleine unmerkliche Ritzen, wodurch ein Luftzug bewirkt wird, erhalten haben, und wenn die Stäbe rostig oder mit Glühspan bedeckt waren. Endlich kann aber auch die oberste Schicht eine Eisenhaut bekommen, wenn der Kohlenstaub verbrannt

und

und nicht hinlänglich mit Asche bedeckt worden ist, oder wenn der Ofen beim Erkalten nicht gut zugedeckt und gegen den Luftzug gesichert wird. Zieht man eine Stahlstange rothglühend aus dem Ofen und löscht sie nicht sogleich im Wasser ab, so setzt sie ebenfalls Glühspan und eine Eisenhaut an, wenn man sie nicht vorsichtig mit Kohlenstaub oder mit Asche bedeckt hält. Wenn ein solcher fehlerhafter Stahl umgebrannt werden soll, ist es am besten, ihn vorher unter dem Stahlhammer durch aufgesprengtes Wasser kalt zu glätten.

8. Bei den Oefen, die mit Holzkohlen gefeuert werden, ist zwar keine so sorgfältige Aufsicht als beim Brennen mit Holz oder Steinkohlen nöthig, denn wenn jene Oefen erst eben gefüllt, die Röhren voll sind und das Feuer im Gange ist, so hat der Stahlbrenner 2 bis 3 Stunden Ruhe, muß aber doch immer zugegen seyn, um den Ofen in einer gleichförmigen Hitze zu erhalten, die Kohlen jedesmal zur gehörigen Zeit, nämlich alle 5 oder 6 Stunden, aufzugeben, und beim jedesmaligen Einfüllen der Kohlen, oder noch öfterer, nach den Schüren und Zuglöchern zu sehen und sie rein und offen zu halten. Die Kohlen muß er nicht eher in den Röhren niedergehen lassen, als bis sie sich entzündet haben, auch muß er dahin sehen, daß die Hitze im Ofen oben und unten gleich stark ist, und besonders daß sie in den drei letzten Tagen oberhalb am stärksten wird, welches er dadurch bewirkt, daß er die Röhren mehr leer hält, indem er recht grobe Kohlen darüber legt, welche das Niedergehen der kleineren verhindern.

9. Wenn die Hitze in der einen oder in der anderen Röhre zu stark wird, so daß man daraus einen Nachtheil für die Stahlkiste befürchten müßte, muß das zugehörige Zugloch auf 24 Stunden zugemacht werden.

10. Wenn

10. Wenn der Ofen in solche Hitze gekommen ist, daß sich die Wände der Stahlkisten mit einer eisernen Stange weich anfühlen lassen, und wenn oben aus den Kisten eine blaue Flamme herausbrennt, woraus sich schließen läßt, daß der Stahl gehörig durchgebrannt ist, dann ist der rechte Zeitpunkt, den Ofen ausgehen zu lassen. Das Niederbrennen muß dann möglichst beschleunigt, aber auch zugleich dahin gesehen werden, daß das über der obersten Schicht liegende Cementpulver nicht verbrennt oder ausläuft, weshalb man die Kisten von allen Kohlen ganz frei macht, die in den Röhren noch etwa befindlichen Kohlen niederstößt und die Oberfläche der Kisten mit einigen Schaufeln voll angefeuchteter alter Brennmaterie bedeckt, um allen Luftzug zu vermeiden. Die Zuglöcher werden nun mit Steinen zugesetzt, mit altem Kohlenstaub dicht zugeworfen, und sobald sich oben an den Wänden der Stahlkisten schwarze Flecken zeigen und der Ofen nach einigen Tagen kaum mehr braunroth ist, ganz abgerissen, worauf man die Röhren reinigt, um den Ofen recht schnell erkalten zu lassen, und dann auch die Wände der Stahlkisten entblößt, wodurch der Ofen nach Verlauf von 14 Tagen so abgekühlt ist, daß man den Stahl mit den Händen herausnehmen kann.

11. Nach 5 oder 6tägigem Brennen pflegt man den Ofen etwa 12 Stunden lang abkühlen zu lassen, um die Hitze nicht mit einemmal zu heftig auf die Gefäße wirken zu lassen. Dies darf aber nur im Nothfall geschehen, denn wenn die Hitze im Ofen so sehr abgenommen hat, daß die Kohlen kalt aus den Röhren niedergehen, so sind 2 bis 3 Tage nöthig, um dem Ofen seine verlorne Hitze wieder zu geben, wodurch der Kohlenverbrauch vermehrt und dem Stahl Gelegenheit gegeben wird, eine Eisenhaut anzusetzen.

12. Ehe

12. Ehe man die Stahlstangen unter den Hammer bringt, müssen sie zerschlagen werden. Geschieht dies leicht und mit einem dumpfen Laut, gleichsam als wenn die Stäbe ganz mürbe wären, so ist es ein Beweis, daß der Stahl gehörig durchgebrannt ist. Muß man aber starke Schläge geben, und zeigen sich bläulichweiße glänzende Flecken auf dem Bruch, so ist der Stahl noch eisenartig und muß noch einmal cementirt werden, ehe er unter den Reckhammer kommen kann. Das Umbrennen eines solchen unvollkommen gebrannten Stahls erfordert eine eben so starke Hitze und eben so lange Zeit, als das Cementiren des reinen Stabeisens; der Stahl wird dann aber gewöhnlich besser, als bei einem einmaligen Brennen *).

§. 275. Von den Bestandtheilen des Eisens und besonders des Stahls.

Wir haben schon gesehen, daß der Stahl eine bloße Varietät des Eisens ist, und deshalb muß er auch mit diesem einerlei Bestandtheile haben, welche durch ihre ver-

*) Man wird hier die näheren Nachrichten von der Bereitung der dritten Stahlsorte, nämlich des Gußstahls, vermissen und einen Nachtrag darüber von mir erwarten. Ich gestehe indeß, daß ich nicht Gelegenheit gehabt habe, mich mit dieser noch immer geheim gehaltenen Fabrikation, welche in England und auf den Fürstl. Schwarzenbergischen Hüttenwerken bei Murau in der größten Vollkommenheit ausgeübt wird, zu beschäftigen, daß ich daher nur theoretisch darüber urtheilen kann. Diese Fabrikation erfordert eine sehr starke Hitze, welche den Schmelztiegeln in Oefen mitgetheilt wird, die wie Messingschmelzöfen construirt sind. Das Material ist ganz unbezweifelt ausgesuchter guter Rohstahl und von dem durch Erfahrungen ausgemittelten richtigen und vorsichtigen Sortiren des Rohstahls hängt die Beschaffenheit des zu erzeugenden Produkts ab. Ohne Zweifel werden immer mehrere Sorten von Rohstahl, mehr und weniger härter, in verschiedenen bestimmten Verhältnissen beschickt, mit einander in den Tiegeln verschmolzen und durch die Beschaffenheit des eingesetzten Rohstahls wird auch die des Gußstahls in Rücksicht seines Korns und seiner Schweißbarkeit bestimmt.

verschiedenen Verhältnisse unter sich, die Verschiedenheit des Stahls und des Eisens bewirken (§. 257.). Vergleicht man alle Versuche über die Darstellung des Stahls aus Eisen auf dem Wege des Schmelzens und Cementirens mit den entgegengesetzten Versuchen über die Verwandlung des Stahls in Eisen, so kommt man sehr bald auf die Vermuthung, daß der Stahl nichts anders ist als Eisen, welches außer dem Phlogiston und der Feuermaterie oder der Hitze mehr reißbleiartige Substanz enthält, als das Eisen zur völligen Geschmeidigkeit erfordert. Von der Bestimmung der Quantität des einfachen und reinen Phlogiston im Stahl handeln alle vorhergegangenen Untersuchungen über die Kennzeichen des Eisens, über das äußere Ansehen, über seine Eigenschaften und über das Verhalten mit anderen Körpern, im Feuer und zu den auflösenden Mitteln, sowohl bei der Darstellung als auch bei der Zerstörung desselben. Die lichtere und weißere Farbe des Stahls, sein größeres specifisches Gewicht, die geringere Neigung zu rosten u. s. f., scheinen schon darauf hinzudeuten, daß der Grundbestandtheil des Stahls mehr und überflüssig metallisch ist, indem wir aus allgemein anerkannten Gründen wissen, daß sich das brennbare Wesen so in seinen Wirkungen äußert. Dies mag auch die Ursache seyn, warum der Stahl die magnetische Kraft langsamer annimmt, aber länger behält als das Eisen. Der Stahl kann indeß durch das Cementiren mit brennbaren Substanzen so sehr mit Brennbarem überladen und gehärter werden, daß er gar keine magnetische Kraft mehr anzunehmen im Stande ist.

Will man diese Beweise von der Anwesenheit des Phlogiston im Stahl noch nicht als gültig ansehen, so kann man sie noch weit überzeugender aus dem Verhalten des Stahls im Feuer und in den Auflösungsmitteln ent-

entnehmen. Schon in den ersten Graden der Hitze fängt das Phlogiston an auszudunsten und mit Farben auf der polirten Oberfläche zum Vorschein zu kommen, welches beim Stahl in einem weit stärkeren Grade, bei einer geringeren Hitze und mit höheren Farben geschieht als beim Eisen (§. 51.). In der Kalcinationshitze verbrennt der Stahl langsamer, oder erleidet in derselben Zeit und in einerlei Hitzgraden einen geringeren Abbrand als das Eisen, zeigt dabei eine bläuliche Flamme, wie die gut ausgebrannten Erlenkohlen, und kommt viel eher zum Schmelzen als das Eisen. Alle diese Eigenschaften, wenn auch nicht einzeln für sich (§. 220.), doch in Verbindung mit einander betrachtet, deuten unläugbar darauf hin, daß der Stahl mehr Phlogiston und Brennbares (§. 266.) enthalten muß als das Eisen. Aus Hjelm's Versuchen geht deutlich hervor, daß das Reißblei nicht allein den Eisenkalk reducirt, sondern daß es, im größeren Verhältniß zugesetzt, auch das Stabeisen zum Schmelzen bringt und in Stahl oder in Roheisen verwandelt (§. 196, 16.), womit die oben (§. 270, III. d.) angeführten Versuche übereinstimmen. Daß Roheisen und Stahl weniger als Stabeisen zum Rosten geneigt sind, läßt sich auch aus ihrem größeren Gehalt an Reißblei (§. 228, 7, b.) erklären, denn das Reißblei läßt sich weder durch Säuren und noch weniger durch Einwirkungen der Luft und der Feuchtigkeit zersetzen. Eisen, welches schnell rostet, muß daher wenig Reißblei und viel reines Phlogiston enthalten, welches die reine Luft unter Beitritt der Feuchtigkeit leicht abzusondern vermag. Wenn die Eigenschaft des rothbrüchigen Eisens, sehr schnell zu rosten, nicht bloß von der in dem Eisen befindlichen Vitriolsäure herrühren sollte, welches Meyer (§. 231.) dadurch zu beweisen gesucht hat, daß sich in einer Auflösung von einem solchen rothbrüchigen Eisen in Salpetersäure, durch reagirende Mittel, nämlich durch Schwererden- und

Bleiauflösungen nicht die geringste Spur von Vitriolsäure auffinden ließ (welchen Versuch ich mit demselben Erfolg auch schon bei einem sehr rothbrüchigen und fast halbgeschmeidigen Roheisen aus der Stückgießerei zu Finspång angestellt habe); so hat Hjelm's Vermuthung, daß die Rothbrüchigkeit des Eisens und des Stahls von einer darin befindlichen hepatischen Luftart herrührt, die durch die Verbindung der reißbleiartigen Substanz mit dem Phlogiston und mit der Hitze entsteht, sehr viel Wahrscheinlichkeit, und dann wird dadurch zugleich der Satz bestätigt, daß die Menge des reinen Phlogiston die Neigung zum Rosten befördert. Der Stahl läßt sich leicht zersetzen und in das feinste Eisen verwandeln, wenn man ihn eine kurze Zeit mit Eisenkalk, Kreide und anderen absorbirenden Mitteln glühet, welche die brennbare reißbleiartige Substanz begierig aufnehmen und zersetzen (§§. 71-73.).

Bei der Auflösung in Vitriolsäure giebt der Stahl zwar etwas weniger brennbare Luft als das weiche Eisen (§§. 220. 266.), woraus zu folgen scheint, daß Stahl nicht so viel reines Phlogiston oder Hitze (§. 227.) enthält als Stabeisen; dagegen deuten aber die Begierde, mit welcher die Salpetersäure den phlogistischen Theil der Metalle überhaupt angreift, und die Heftigkeit, mit welcher insbesondere der Stahl von dieser Säure verzehrt wird, so wie der Umstand, daß das viele Phlogiston des Stahls die Wirkungen der Säure bald mildert, mäßigt und schwächt, ganz unläugbar auf den größeren Gehalt des Stahls an Phlogiston hin. Ich habe diese scheinbar entgegengesetzten Resultate schon oben (§. 227.) zu erklären gesucht. — Endlich geht auch aus den Erscheinungen bei der Darstellung des Stahls, aus dem ungeschmeidigen Roheisen und aus dem zähen Stabeisen, wenn man nur den einzigen Umstand genau auffaßt, daß sich das weiche Eisen

schon

schon durch das starke Glühen mit Kohlenstaub in verschloßnen feuerfesten Gefäßen in Stahl verwandelt, unläugbar hervor, daß der Stahl mehr Brennbares enthalten muß als das Stabeisen. Die Kohlen enthalten doch außer dem feuernährenden brennbaren Wesen nichts, was durch Glühen flüchtig werden und sich mit dem stark ausgedehnten Eisen verbinden könnte, denn Niemand wird wohl behaupten, daß die feuerfesten alkalischen Salze (die erst durch das Einäschern der Kohle, oder wenn die flüchtigen Theile derselben unter freiem Zutritt der Luft vertrieben worden sind, entstehen) jene Wirkungen hervorzubringen im Stande wären, so lange die Kohlen noch unverändert geblieben sind, und ihre Bestandtheile behalten haben. Wenn ein so feuerbeständiges Salz die Stahlverwandlung bewirken könnte, so würde es in einer so geringen Glühhitze, in welcher der Stahl schon zerstört wird, nicht verflüchtigt werden können. — Die Möglichkeit, daß der Stahl mehr Hitze enthalten kann als das Eisen, brauche ich nicht erst zu beweisen, indem aus Scheele's Versuchen hervorgeht, daß die Hitze durch die Verbindung des reinen Phlogiston mit der in der atmosphärischen Luft befindlichen Feuerluft entsteht, und daß die Hitze als ein besonderes Wesen in den mehrsten wenn nicht in allen Körpern, theils als ein nothwendiger Bestandtheil befindlich ist, theils die Zwischenräume ausfüllt, und auch bei der Zerstörung der Körper durch den Beitritt der Feuerluft hervorgebracht wird. Aus allen diesen Umständen geht hervor, daß sich die Hitze eben so, wie mit allen übrigen Metallen, auch mit dem Eisen und mit dem Stahl verbindet, und daß sie in ungleicher Menge im geschmiedeten Eisen, im Roheisen und im Stahl, und zwar im letzteren in der größten Menge enthalten ist (§§. 227. 266.).

Scheele's Erklärung der allgemein bekannten Erscheinung, nämlich der Entstehung der Feuerfunken beim Zusammenschlagen des gehärteten Stahls mit Kiesel, mag als ein näherer Beweis des Gesagten hier stehen. Nachdem er vorher gezeigt hat, daß das Eisen, folglich auch der Stahl, wirklich eine Quantität Hitze enthält, fährt er folgendergestalt fort: „Sobald der scharfe Stein durch die starke Friktion ein ganz feines Spänchen vom Stahl abgerieben hat, wird auch zugleich die eingeschloßne Hitze frei, und theilt sich größtentheils dem abgeriebenen Spänchen mit, wodurch das in großer Menge im Stahl befindliche Phlogiston das Vermögen erhält, sich mit einem Wesen, welches es stärker anzieht als die Eisenerde, nämlich mit der Feuerluft, die überall zugegen ist, zu verbinden. Dadurch wird die Hitze noch mehr verstärkt, noch mehr Phlogiston frei gemacht und zugleich die Lichterscheinung oder das Verbrennen der Stahltheilchen bewirkt, welches alles, in einem einzigen Augenblick geschieht. Fällt nun ein Funken auf einen feuerfangenden lockeren Körper, so wird noch mehr Phlogiston frei, welches von der Feuerluft angezogen wird, wodurch der Körper in Brand geräth. Hatte der glühende Stahlspan eine ziemliche Größe, so dehnt sich die im Mittelpunkt desselben befindliche Hitze ebenfalls aus, und weil die Theilchen keinen großen Widerstand äußern können, so wird das Spänchen in kleinere Funken zertheilt, die beim Feuerschlagen sehr häufig neben dem Hauptfunken umherschwärmen." Einen ausführlicheren Aufschluß erhält man in Scheele's Abhandlung von der Luft und vom Feuer §. 79. — Nun ist es aber eine bekannte Sache, daß sich diese Funken mit weichem Eisen nicht hervorbringen lassen, obgleich durch starkes Reiben gegen einen Kiesel ebenfalls kleine Späne abgetrennt werden. Sollte daraus nicht hervorgehen, daß der Stahl mehr Hitze und Phlogiston enthält als das Eisen?

und

und sollte man wohl gegründete Ursache haben, die reißbleiartige Substanz im Stahl von allem Antheil hieran auszuschließen? Dies läßt sich mit dem, was ich vorhin von der Quantität der brennbaren Luft und den Graden der Hitze im Stahl angeführt habe, sehr gut vereinigen; wenn sich gleich manche Erscheinungen nicht völlig bestätigen, worüber man mit der Zeit wohl mehreren Aufschluß erhalten wird. So viel ist gewiß, daß der Stahl bei der Auflösung in Säuren einen größeren reißbleiartigen Rückstand giebt, als das Stabeisen, vorzüglich wenn man rothbrüchigen oder wilden Stahl und sehniges zähes Eisen, welches wahrscheinlich am reinsten ist, folglich am wenigsten reißbleiartige Substanz enthält, zu den Versuchen anwendet. In dem geschmeidigen Eisen ist die Eisenerde also mit reinem Phlogiston gesättiget, in welchem Zustand es das gröbere Brennbare nicht so gern, oder wenigstens nur in der Schmelzhitze aufnimmt, und dies ist ohne Zweifel auch der Grund, warum das sehnige Eisen zum Brennstahl nicht brauchbar ist (§. 272.) *).

Wenn das brennbare Wesen, welches das Eisen beim Cementiren zu Stahl aufnimmt, nicht das elementarische, feine und einfache Phlogiston, sondern eine zusammengesetztere feuernährende Substanz ist, so leuchtet es sehr ein, daß diese Substanz bei dem Versuch im §. 73, XIX. nicht durch ein hermetisch versiegeltes Glas zu dringen im Stande war, wenn gleich das reine Phlogiston einen im verschloßnen Glase befindlichen metallischen Kalk zum Theil zu reduciren vermag. Weil das Phlogiston indeß nicht ohne unmittelbare Berührung aus einem Körper in einen anderen übergehen kann, so drückt man sich bestimmter so aus, daß das Phlogiston bis zu einem gewissen Grad stär-

*) Ich muß hier auf den Nachtrag zum §. 299. verweisen.

stärker von der Eisenerde als von der Hitze angezogen wird, und daß die Eisenerde auf jenem Wege nur so viel Phlogiston aufzunehmen im Stande ist, daß sie vom Magnet angezogen werden kann, denn weiter wird die Reduktion durch Glas wohl schwerlich gehen, und das übrige Brennbare, welches nöthig ist, um die Eisenerde in geschmeidiges Eisen, in Stahl oder in Roheisen zu verwandeln, und wovon man ihr nach Belieben mehr oder weniger mittheilen kann, wie die Frisch- und Stahlprocesse zeigen, muß sie ungehindert aus den reducirenden Mitteln selbst aufnehmen können. — Weil nun die Kohle erweislich aus einer mit Phlogiston vereinigten Luftsäure, oder aus einer reißbleiartigen Materie besteht, so kann sie zwar nicht durch das Glas dringen, oder sich ohne unmittelbare Berührung mit der Eisenerde verbinden; daß sie aber nach Zeit und Umständen wirklich in größerer oder geringerer Menge mit dem Eisen in Verbindung tritt, und in einem gewissen Verhältniß einen Bestandtheil des Stahls ausmacht, habe ich schon gezeigt, und führe zur Bestätigung noch folgendes an:

a. Wenn man ein Gemenge von 1 Theil Feilspan von Stahl und 2 trocknen Salpeter in einer gläsernen Retorte verpuffen läßt und den offnen Retortenhals unter reines starkes Kalkwasser bringt, so geht bei den ersten Wirkungen der Hitze eine Luftart über, die das Kalkwasser nicht trübt und Feuerluft ist, welche sich durch die Hitze aus der Salpetersäure entwickelt. Sobald aber die Stahltheilchen zu glühen und mit dem Salpeter zu verpuffen anfangen, wird das Kalkwasser durch die übergehende Luftsäure aus dem Stahl trübe und milchweiß. Alle Arten von Stahl und selbst der Gußstahl bewirken diese Trübung, und obgleich eine Art Stahl das Kalkwasser stärker trübt als eine andere, so ist die Trübung doch immer stärker, als wenn man gutes und geschmeidiges Eisen anwendet. Daß diese

Luft-

Luftsäure dem Stahl nicht locker anhängt, geht daraus hervor, daß man sie weder durch Säuren noch durch die Wärme abscheiden kann, sondern daß sie erst dann zum Vorschein kommt, wenn ein Körper zugesetzt wird, der ihr das Phlogiston entzieht, wie Scheele dies vom Reißblei bewiesen hat. Ist der Feilspan alt und hat er lange unbedeckt an einem feuchten Ort gelegen, so läßt sich die Luftsäure auch ohne Verpuffen erhalten (§. 216.). Wie viel Luftsäure der Stahl, das Stabeisen und das Roheisen auf diese Weise geben, ist zwar noch nicht genau ausgemittelt, aber so viel ist gewiß, daß der Stahl immer mehr giebt als das weiche Eisen, und das Roheisen, besonders das graue, gaare, noch mehr als das Stabeisen und der Stahl.

b. Wenn man harten Brennstahl bis zum Weißglühen erhitzt, oder wenn man mehrere Stücken zusammenschweißt und unter dem Wasserhammer in einer lichtrothen Glühhitze schmiedet, so zeigt sich um den Stahl, vorzüglich wenn er etwas dick ist, so daß er seine Hitze nicht schnell verliert, eine Atmosphäre von hellblauen Flämmchen, welche den aus den eben ausgebrannten Birkenkohlen aufsteigenden Flammen ähnlich ist. Weil diese Flämmchen auf dieselbe Art und unter denselben Umständen entstehen, so hat man alle Ursache vorauszusetzen, daß in beiden Körpern einerlei Grundbestandtheil dazu Veranlassung giebt.

c. Wenn man gut durchgebrannten Stahl zum zweiten mal mit frischem Kohlenstaub cementirt, wird er mit Brennbarem zuweilen so überladen, daß er sich auf der Oberfläche in eine Art von Reißblei verwandelt, welches als ein verbranntes und in der Hitze gleichsam verkohltes Eisen, oder als eine mit Reißblei überladene Eisenerde anzusehen ist, deren wahre Natur sich nach der Verjagung der flüchtigen Theile, durch die Kalcination auf einem offnen Scher-

ben, zu erkennen giebt, indem sie alsdann als Eisenkalk zum Vorschein kommt.

Der eigentliche metallische Grundbestandtheil oder die Eisenerde muß im Stahl, im Stabeisen und im Roheisen eine und dieselbe seyn, weil man sie weder durch Schmelzen, noch durch Cementiren, noch durch Auflösen verändern kann. Das Eisen unterscheidet sich dadurch vorzüglich von allen anderen Metallen, daß es sich mit mehr oder weniger Phlogiston zu verbinden vermag, und in jedem Zustand gleichsam ein eigenthümliches Metall darstellt, von denen ein jedes im gemeinen Leben unentbehrlich ist, und außer den bereits bekannten durch zwei besondere Metalle ersetzt werden müßte, wenn man die Bedürfnisse befriedigen will, zu denen jetzt das Eisen allein hinreichend ist. Unter den zufälligen Bestandtheilen des Eisens kommt das Braunsteinmetall am häufigsten vor; wegen seiner starken Anziehung zum Brennbaren scheint es die Verwandlung des Eisens in Stahl zu befördern.

Alle andere Metalle, Kupfer, Kobalt, Nickel, Arsenik, so wie auch die Vitriolsäure (wenn sie wirklich im Eisen befindlich seyn sollte, welches kaum zu glauben ist) sind der Verwandlung des Eisens in Stahl nachtheilig, welches auch von den metallischen Erden gilt, die den Kaltbruch verursachen (§§. 178, I, 296, 16.), weshalb solches Eisen auch nicht zum Stahlmachen gebraucht werden kann (§§. 270, III, c. 272.).

§. 276. Von den Ursachen der Härtung des Stahls und von den Kennzeichen derselben.

Es sind schon viele Naturforscher bemüht gewesen, die Ursache der sonderbaren Eigenschaft des Stahls, durch welche er sich vom Eisen unterscheidet, daß er nämlich, wenn er bis zu einem gewissen Grad geglühet ist,

ist, durch Abkühlen in kalten, am besten in flüssigen Substanzen härter wird als das Eisen, genügend zu erklären. Einige schrieben diese Wirkung dem Schwefel und Salz im Stahl zu, und stützten sich darauf, daß auch der Schwefelkies dadurch eine solche Härte bekommt, daß er mit dem Stahl Funken giebt; andere nahmen zu einer härtenden Luft, die beim Härten in den Stahl eindringen soll, ihre Zuflucht; noch Andere glauben, daß die Stahltheilchen durch das plötzliche Abkühlen näher mit einander vereiniget werden. — Die letzte Meinung hat am mehrsten Anschauliches; wenn man aber berücksichtigt (§. 44.), daß sich der Stahl beim Glühen stärker ausdehnt als das Eisen, und daß er beim Ablöschen wenigstens $\frac{2}{3}$ seiner Ausdehnung behält, oder nach dem Härten in allen Dimensionen größer bleibt als das Eisen, welches durch starke Abkühlung in seinem Umfang gar keine Veränderung erleidet, so will jene Erklärung auch nicht Stich halten, indem die Stahltheilchen durch das Härten eher mehr von einander entfernt als einander näher gebracht werden müßten. Es ist daher wohl am zuverläßigsten, die Untersuchung damit anzufangen, ob nicht die erweislich mit dem Stahl in Verbindung getretenen flüchtigen Bestandtheile, nämlich das überschüssige Brennbare, die Hitze und das Phlogiston, die Ursache der Härtung sind. Durch viele Versuche ist es erwiesen, daß die feuernährenden brennbaren Substanzen (Kohlenstaub) den Stahl so leichtflüssig machen, daß er schon in einem mittelmäßigen Grad der Hitze in einem Windofen schmelzt, wenn das Eisen noch weit davon entfernt ist; daß das Roheisen, welches jene Bestandtheile in noch größerer Menge enthält, noch leichter in Fluß kommt; daß der weichste Stahl, welcher sich zunächst am Eisen anschließt, den stärksten Grad der Hitze erfordert; daß der Stahl in einer zu schwachen Hitze nicht gehärtet werden kann, und daß sich die

Gra-

Grade des Glühens nach der Beschaffenheit des Stahls richten müssen, indem der weichere Stahl eine stärkere, und der härtere Stahl eine geringere Hitze verlangt, und endlich daß auch das weichste Eisen eine Art von Härtung annimmt, wenn man es bis zum Schmelzgrad erhitzt und dann plötzlich im Wasser ablöscht.

Deshalb ist es wohl am einleuchtendsten und natürlichsten, von der größeren Leichtflüssigkeit des Stahls, welche durch das Phlogiston, durch Reißblei und durch die Hitze bewirkt wird, die Ursache der Härtung abzuleiten. Die Stahltheilchen (welche, wie man sich leicht überzeugen kann, sehr vielkantig sind) werden bei der Ausdehnung durch die Hitze aus ihrer Lage gebracht, gehen außerhalb in einen Grad von Schmelzung über, und bleiben in derselben Stellung gegeneinander, in welcher sie sich gerade befinden, welches an einigen Stellen Kante an Kante seyn kann, wodurch sich auch die Zwischenräume vergrößern. Erfolgt nun eine schnelle Abkühlung, so müssen die weich gewordenen Theilchen plötzlich erstarren, können ihre vorige Lage nicht vollkommen wieder einnehmen, sondern sind genöthigt, die gestörte Lage zu behalten, und dadurch eine größere Oberfläche anzunehmen. Hieraus folgt auch, daß die Theilchen desto mehr verrückt werden, und einen desto geringeren Zusammenhang erhalten, oder einen desto spröderen Stahl geben müssen, je stärker der Stahl erhitzt war und je kälter die Substanz ist, in welcher der Stahl abgelöscht wird, oder je plötzlicher die Abkühlung geschieht. Dies ist auch der Grund, warum sich ein in starker Weißglühhitze gehärteter Stahl beim Feilen weicher zeigt, als wenn er in mäßiger Hitze gehärtet wird. Die Theilchen des ersteren lassen sich nämlich leichter trennen, als die des letzteren, welche mehrere Festigkeit behalten haben, wogegen jene oft so mürbe sind, daß man sie unter dem Hammer

zer-

zerpulvern kann. Hieraus geht die Regel hervor: „daß der Stahl die mehrste natürliche Härte besitzt, der zum Härten den geringsten Grad der Hitze bedarf, und daß die Härtung die beste ist, bei welcher der Stahl nicht stärker als bis zu dem Grad erhitzt wird, den er nach seiner verschiedenartigen Natur zum Härten erfordert.“ Man vergleiche §§. 44. 11. 45.

So einfach jene Regel erscheint, so schwer ist es, sie genau zu befolgen, so lange man zur Bestimmung des Grades der Glühhitze keinen anderen Maaßstab hat, als die Beurtheilung der dunkleren und lichteren Farben, mit denen das Eisen beim Glühen dem Auge erscheint. Der Grad des Glühens, welcher für die eine Stahlart sehr zweckmäßig ist, kann für eine andere durchaus unbrauchbar seyn. Ich habe schon vorhin angeführt, daß der Brennstahl zwar darin mit dem Schmelzstahl und mit dem Roheisen übereinstimmt, daß sich jener beim Glühen ebenfalls ausdehnt und beim Härten nur wenig zusammenzieht, so wie es bei der letzteren der Fall ist; allein er besitzt diese Eigenschaft in einem geringeren Grnde und nähert sich dadurch dem weichen Eisen. Daraus entstehen schon allein unzählige Verschiedenheiten des Stahls, von denen ich die bekanntesten Arten in den §§. 73-75. meiner Abhandlung über die Verfeinerung des Eisens und des Stahls angeführt habe, worauf ich mich hier beziehen muß. Weil diese Stahlarten aber nach den Fabriken und Orten, an welchen sie producirt werden, verschieden ausfallen, weil selbst in einer und derselben Fabrik nicht eine Stange wie die andere wird, und sogar in einer und derselben Stange Verschiedenheiten anzutreffen sind, so muß man sich bei der Anfertigung solcher Sachen, die eine große Genauigkeit erfordern, fast bei jedem Stück von dem Verhalten beim Härten, durch vorhergehende Versuche überzeugen.

Reau-

Reaumur giebt folgendes Mittel an, um den Grad der Hitze, welchen der Stahl zum Härten bedarf, zu bestimmen. Von dem zu untersuchenden Stahl wird ein 4 bis 5 Zoll langes Stäbchen mit einem eben so langen Stück Eisen zusammengeschweißt. Nach dem Zusammenschweißen wird das Eisen nach der Richtung der Länge aber nur so tief gespalten, daß der Hieb bis auf den Stahl kommt. Dieses halbgespaltene Stück erhitzt man vor dem Gebläse dergestalt, daß das eine Ende weißglühend oder schweißwarm, das andere aber nur braunroth wird, worauf man es in kaltes Wasser taucht und durchgängig ablöscht oder härtet. Vermittelst einiger vorsichtiger Hammerschläge über der Kante des Amboßes läßt sich der Stahl nun auch nach der Richtung der Länge zerschlagen, und dann ergiebt sich auf dem Bruch, daß der Stahl an dem weißglühend gemachten Ende durch das Härten grobglimmrig, schimmernd, von grobem Korn, kurz und spröde unter dem Hammer geworden ist. Von jener Stelle an nimmt das Korn immer mehr und mehr an Größe ab, wird feiner und verläuft sich in demselben Grade in einen gleichförmiger dichten und feinern Bruch, als die Glühhitze schwächer gewirkt hatte. Durch Hulfe einer guten Feile kann man sich zugleich auf der Oberfläche überzeugen, welche Stelle die härteste und am wenigsten spröde ist, und wenn diese Stelle dann mit einem feinen Korn oder Gefüge auf dem Bruch zusammen trifft, so kann man daraus schließen, daß der Grad der Hitze, welchen jene Stelle erhalten hatte, zum Härten des untersuchten Stahls der beste war. Der Feile muß man sich bei diesem Versuch ganz nothwendig bedienen, um den Grad der Härte auszumitteln, und sich nicht durch das Bruchansehen allein täuschen zu lassen, weil der Stahl an den Stellen oft einen äußerst feinen Bruch erhält,

wo

wo die Hitze so geringe war, daß er kaum einige Härte nach dem Härten bekommt.

Diese Methode den rechten Grad der Hitze zum Härten auszumitteln, ist indeß mühsam und doch unsicher, weil der Stahl in der Schweißhitze verändert wird, ohne zu gedenken, daß sich manche Stahlarten gar nicht mit dem Eisen zusammenschweißen lassen. Es ist daher sicherer, den Stahl in der Rothglühhitze spitzig zu schmieden, nur die äußerste Spitze weißwarm, 2 bis 3 Zoll höher aber den Stahl kaum sichtbar glühend zu machen, ihn dann senkrecht in kaltes Wasser zu stecken, völlig abkühlen zu lassen und dann auf jeden halben Zoll, oder in noch kürzeren Entfernungen, abzuschlagen, um nach den Abstufungen der Feinheit und der Härte den rechten Grad der Glühhitze zu beurtheilen. — Durch Feilen, Schleifen und Feinpoliren läßt sich die Härte des Stahls sehr genau bestimmen, auch läßt sich durch Etzen in verdünnter Salpetersäure leicht ausmitteln, ob der Stahl noch eisenartig ist, welches vorzüglich bei dem geschmolzenen oder gegerbten Stahl oft der Fall zu seyn pflegt.

§. 277. Bemerkungen über das Härten des Stahls.

Ich habe schon gesagt, daß es beim Härten des Stahls vorzüglich darauf ankommt, den Grad der Glühhitze genau zu beobachten, in welcher der Stahl beim Ablöschen das feinste Korn, eine hinreichende Stärke und die verlangte Härte erhält. Was beim Härten noch ferner zu beobachten ist, will ich, ohne mich an eine gewisse Ordnung zu binden, anführen.

1. Der zu härtende Stahl muß von dickem Glühspan frei seyn, und daher zuletzt entweder ohne oder mit aufgesprengtem Wasser in gelinder Hitze gehämmert oder

oder geschmiedet werden, bis er ganz zu erkalten anfängt, wodurch er am dichtesten wird. Hämmert man ihn aber, wenn er schon ganz kalt ist, so bekommt er beim Härten Kantenbrüche.

2. Der Stahl muß nicht zu langsam und nicht in zu schwacher Hitze geglühet werden, weil er dadurch einen zu dicken Glühspan, und unter demselben, wie ich schon oben erwähnt habe, eine Eisenhaut ansetzen würde; man muß ihn vielmehr vor einem schwachen Gebläse in frischen durchaus glühenden Kohlen, wozu Birkenkohlen am besten sind, glühend machen, und dabei mit äußerster Vorsicht die dickeren Stellen der Arbeit früher als die dünnern erhitzen, damit keine einzige Stelle stärker erhitzt wird, als es die Beschaffenheit des Stahls erfordert. Die überhitzten Stellen verlieren ihre Stärke, die sich nur durch ein abermaliges Hämmern wieder gewinnen läßt. Angerstein hat (Haushaltungs-Journal der patriot. Gesellschaft Septbr. 1778.) ein Kennzeichen des gehörigen Grades der Hitze, welchen der Stahl haben muß, angegeben, und dieses besteht in dem sogenannten Wehen des Stahls, oder in dem Zustand desselben beim Glühen, in welchem er wie mit einem Nebel oder mit einem schwachen Dunst umgeben ist; dies Kennzeichen ist aber höchst unsicher und trügerisch.

3. Die Grade der Glühhitze lassen sich zwar wegen ihrer außerordentlichen Mannigfaltigkeit und ihrer unbemerkbaren Uebergänge in einander, eben so wenig als die verschiedenen Arten des Stahls beschreiben; für Ungeübtere kann indeß folgende Vergleichung mit den Farben anderer bekannter Körper gute Dienste thun. Die rosenrothe Farbe, welche größtentheils zum Härten des Stahls die höchste ist, wird gewöhnlich bei weicheren Gerbstahlarten angewendet. Die unreife Kirschfarbe ist für weniger harte, die halbreife rothe

Kirsch-

Kirschfarbe für die härtesten Brennstahlarten und für den Gußstahl anwendbar. Die rothbraune Farbe der reifen Kirschen giebt kaum mehr Härtung. Durch Uebung allein läßt sich nur die Mangelhaftigkeit in den Beschreibungen ersetzen.

4. Wenn der Stahl beim Härten im kalten Wasser eine weiße und blanke Oberfläche erhält, so ist dies zwar ein Beweis seiner Härte, und solcher Stahl läßt sich dann auch zu Feilen, Bergbohrern, Meißeln für Steinhauer und zu mehreren solchen Werkzeugen, die eine körnige Schneide vertragen, recht gut gebrauchen; allein alle feineren Schneidewaaren, chirurgische Instrumente, Werkzeuge für den Tischler und Drechsler, erfordern durchaus einen weniger körnigen und spröden Stahl; zu diesem Behuf muß man den Stahl nicht stärker als bis zu dem Grad erhitzen, daß er kaum eine reine Oberfläche beim Ablöschen bekommt, sondern noch eine graue Farbe oder etwas feinen Glühspan behält.

5. Zum Härten ist auch der Zutritt der Luft nothwendig. Wenn eine Stahlstange in einem gut verschloßnen eisernen Cylinder mit demselben zugleich stark genug geglühet und dann im Wasser abgelöscht wird, so nimmt der Stahl keine Härte an. Den Stahlarbeitern ist es bekannt, daß das Härten an der Oberfläche des Wassers, wo Luft und Wasser zugleich wirken, am besten erfolgt. Das Härten läßt sich daher, wie Perret will, in einem starken Luftzuge bei hohen Wasserfällen recht gut verrichten, denn die ganze Oberfläche des zu härtenden Stahls wird dann der kalten feuchten Luft in einem hohen Grade ausgesetzt. In einem luftleeren Raum erfolgt, wie Versuche gezeigt haben, keine Härtung. Man muß den Stahl daher so langsam, als es ohne Verlust seiner Glühhitze oberhalb dem Wasser nur möglich ist, in das Wasser eintau-

tauchen und dabei beständig die Stelle im Wasser wechseln, damit er sich an einem und demselben Ort nicht zu sehr erwärmt, wodurch zu einer schlechten Härtung Anlaß gegeben werden würde.

6. Alle Härtung im lauen oder warmen Wasser ist schlecht, denn wenn der Stahl darin eben so hart werden soll, als im kalten Wasser, so muß er dafür desto stärker erhitzt werden, wodurch er an Feinheit und Stärke verliert. Kalte Winterluft und eiskaltes Wasser sind aber auch nicht zu empfehlen, besonders nicht bei Sachen, die eine gewisse Spannkraft behalten sollen, z. B. bei Klingen, weil sich feine Hartborsten und Sprödigkeit dann nicht vermeiden lassen. Zu Bergbohrern aber und zu anderen Werkzeugen, die bloß einen hohen Grad von Grad erfordern, leistet Wasser, worin Schnee liegt, sehr gute Dienste.

7. Wenn man dünne Stahlarbeiten, z. B. Messerklingen, mit der Zange so weit, als sie rothglühend sind, ins Wasser taucht, ereignet es sich sehr häufig, daß sie Hartborsten und zwar gewöhnlich in der Gegend des Wasserspiegels erhalten. Diese Hartborsten sind eine große Plage für die Stahlarbeiter, weil alle fertigen Waaren, welche eine ungleiche Dicke haben, besonders die Messer, dadurch verdorben werden. Die Ursache liegt theils in der Beschaffenheit des Stahls, theils und vorzüglich aber in der ungleichen Ausdehnung beim Glühen und im ungleichförmigen Zusammenziehen beim Ablöschen. Zur Verhütung dieser Hartborsten schlägt Perret in seinem Memoire sur l'acier vor, die Stahlarbeit bis zum niedrigsten Grad der erforderlichen Härtehitze zu glühen, sie in Talg oder in anderen animalischen Fettigkeiten, die kein Wasser eingeschlossen enthalten, abzulöschen, dann aber wieder bis zur erforderlichen Hitze glühend zu machen und wie gewöhnlich im Wasser zu härten. —

Kür-

Kürzer kommt man zum Zweck, wenn man es bei der Härtung in Talg bewenden läßt, indem diese schon für viele Arbeiten, vorzüglich für schneidende Werkzeuge, bei denen zugleich Feinheit, Zähigkeit und Stärke erfordert wird, hinreichend und sehr vorzüglich ist. Die Sicheln und Sensen werden ebenfalls bloß in Talg gehärtet. Wenn man Talg auf kaltes Wasser gießt und die glühende Stahlwaare durch das Talg ins Wasser bringt, so kann man beide Vortheile vereinigen, nämlich sich gegen die Entstehung der Hartborsten sichern und dem Stahl mehrere Härte mittheilen.

Um die Hartborsten und Brüche auf den Schneiden der Säbelklingen und Sensen zu verhüten, pflegt man die schneidenden Werkzeuge, ehe man sie ins Wasser bringt, sehr schnell im glühenden Zustande durch einen laffen Brei von Kohlenstaub und Schmiedesinter zu ziehen, da dann sehr selten Brüche entstehen. Bei Stahlarbeiten, die zweimal im bloßen Wasser gehärtet werden müssen, lassen sich die Brüche indeß kaum vermeiden; wenn aber Talg zum Härten angewendet wird, hat man dieses Uebel nicht zu befürchten. Einige gepreßte fette Oele leisten beim Härten feinerer Stahlarbeiten eben diese Dienste, wie ich oben (§. 31.) beim Härten der Uhrfedern angeführt habe. Wenn der Stahl aber über $\frac{1}{8}$ Zoll dick ist, so nimmt er in Oel nur wenig Härte an, wenn er nicht überhitzt ist und wenn man nicht sehr viel Oel anwendet. — Vom Härten in künstlichen Härtwassern habe ich im §. 77. meiner Abhandlung über die Verfeinerung des Eisens und Stahls das Nöthige gesagt; überhaupt aber härtet alles was kalt ist. Preßt man eine glühende dünne Stahlscheibe zwischen den Backen eines großen und alten Schraubestocks, so wird sie dadurch, wie Perer anführt, gehärtet. Feine Bohrer werden durch die loße Bewegung in der Luft oder dadurch, daß man

sie vor einen Blasebalg hält, gehärtet. Die türkischen Säbelklingen sollen bloß durch einen starken Luftzug (oben No. 5.) gehärtet werden.

8. Alle Arten von Einsatzhärtung, oder von Härtung durch vorhergehendes Glühen in umgebenden brennbaren und salzartigen Körpern (§§. 279. 280.) sind bei Stahlarbeiten, die eine feine Schneide bekommen sollen, durchaus verwerflich. Das Brennbare oder Salzartige kann nur dann auf den Stahl wirken, wenn er schon überhitzt oder von der Hitze so ausgedehnt ist, daß er zu spröde und zu grobkörnig ausfällt, folglich keine brauchbaren Schneiden abgeben würde. Sehr viele Scheeren werden z. B. dadurch verdorben, daß der Stahlarbeiter (um dem Theil der Scheere, der gewöhnlich aus Eisen gemacht wird, eine größere Härte und feinere Politur mitzutheilen) der ganzen Scheere die Einsatzhärtung giebt, wodurch zwar das Eisen hart wird, die stählernen Schneiden aber verdorben werden, Brüche erhalten und nicht gut an einander schließen; auch pflegen die Spitzen leicht wegzubrechen. Die Feilen lassen sich aber unter gewissen gleich anzuführenden Bedingungen auf diese Art härten.

9. Ein sehr übler Umstand beim Härten ist das Krummziehen des Stahls nach einer Seite hin, und noch übler ist es, wenn er windschief wird. Es können hierbei mehrere Ursachen zum Grunde liegen.

a. Wenn der Stahl auf der einen Seite weicher ist als auf der anderen, oder wenn er unbemerkbare eisenartige Steilen hat.

b. Wenn der Stahl beim letzten Schmieden zu viel auf einer Seite gehämmert wird, so daß er bauchig werden muß. Diese Krümmung kommt beim Härten gewiß wieder zum Vorschein, wenn man den Stahl auch vorher noch so sehr richtet.

c. Wenn

c. Wenn der Stahl eine dünne und eine dicke Kante hat, wie dies bei den großen und starken Messern und bei den Hirschfängerklingen der Fall ist. Taucht man die Arbeit senkrecht ins Wasser, so muß die dünne Schneide schneller erkalten, als der dicke Rücken, der sich dann durch das langsamere Abkühlen nach den Kanten zu krumm zieht. Eine solche an den Kanten krumm gewordene Arbeit läßt sich nach dem Härten nicht anders wieder gerade machen, als wenn man sie von neuem glühet und durch Schmieden richtet. Um solche Kantenkrümmungen zu vermeiden, muß man den dickeren Rücken nicht so stark erhitzen als die Schneide, und ihn mit gleich starken Schlägen auf beiden Seiten so hämmern, daß er eine kleine kaum bemerkbare Biegung erhält, indem sich die Klinge dann beim Härten gerade zieht; der dickere Rücken muß aber auch zuerst horizontal ins Wasser gebracht werden, damit die Schneide zuletzt gehärtet wird. Alle Arbeiten hingegen, die eine gleichförmige Dicke haben, und selbst Degenklingen, die auf beiden Seiten mit Schneiden versehen sind, müssen durch senkrechtes Eintauchen gehärtet werden.

d. Wenn die Schneide eines Messers kalt stärker gehämmert wird als der Rücken, so schlägt sich die erstere beim Härten windschief, welches sich nur durch Umschmieden abhelfen läßt. Die Messerklingen müssen daher gleichförmig und nur höchstens so lange, als sie noch braunroth glühen, gehämmert werden.

10. Die Buchten, welche der Stahl gewöhnlich an den Seiten beim Härten bekommt, lassen sich leicht und auf mehrere Art richten. In der Regel darf dies Richten des Stahls nur bei einem gewissen Anlaufgrad (wovon unten bei No. 11.) geschehen; wenn der Stahl daher vom Anlaufen noch warm ist, richtet man ihn entweder durch Biegen zwischen einer Spalte und durch

Hammerschläge, welches bei Klingen, Federn und bei solchen Arbeiten anwendbar ist, die das Blauanlaufen vertragen können; oder bei dünneren Stahlarbeiten, die kein so starkes Anlaufen erleiden dürfen, wird die gekrümmte oder konkave Stelle, die größtentheils etwas weicher und daher zusammengezogen ist, durch gleichförmige, dichte, schwache Schläge oder Hiebe mit einem besonders dazu eingerichteten Hammer, der auf beiden Seiten eine scharfe prismatische Kante hat, gerichtet.

Auf die letzte Art werden alle Messerklingen, die nicht stärker als bis zur goldgelben, höchstens bis zur kupferrothen Farbe anlaufen dürfen, gerichtet, welches die Messerschmiede auch sehr gut wissen. Perret richtete nach dieser Methode vier 21 Zoll lange, 16 Linien breite und 6 Linien dicke Magnetstangen, von denen 2 aus gegerbtem und 2 aus gebranntem Stahl angefertiget waren und sich beim Härten durch senkrechtes Eintauchen krumm gezogen hatten. Man muß bei dieser Art zu richten die Vorsicht beobachten, daß, während die konkave Seite mit dem harten Hammer ausgereckt wird, die konvexe Seite gegen ein großes einige Liespfunde schweres Stück Blei liegt, damit sie sich durch die Hammerschläge nicht ebenfalls ausreckt, welches unfehlbar erfolgen würde, wenn man das Hämmern, wie gewöhnlich geschieht, gegen einen harten Amboß vornimmt. Es ist daher eine sehr gegründete Vorsicht, das Richten gegen Blei, Zinn, oder gegen sehr hartes Holz, wenigstens aber gegen sehr weiches Eisen, vorzunehmen, wobei ich jedoch noch erinnern muß, daß diese Arbeit nicht kalt, sondern wenigstens bei einem solchen Wärmegrad verrichtet werden muß, daß man den Stahl kaum in den Händen halten kann. Der gegerbte Stahl und der Brennstahl, welcher im Flammofen bei Steinkohlen oder Holzflamme cementirt worden ist (wodurch er weniger spröde wird, als der bei

Holz-

Holzkohlen gebrannte Brennstahl) vertragen diese Art des Richtens vorzüglich gut. Perret führt ferner noch an, daß sich zwei Stahlstäbe, die durch Eisendraht fest mit einander verbunden werden, beim Härten immer dergestalt krumm ziehen, daß die auswendigen Seiten konvex werden, oder daß die beiden Enden zusammen bleiben, und in der Mitte ein Zwischenraum von mehreren Linien entsteht, weil sich die auswendigen Seiten stärker als die inwendigen zusammen liegenden härten, so daß sich die letzteren stärker zusammenziehen können, welches, wie gesagt, der eigentliche wahre Grund des Werfens ist.

11. Durch das Ablöschen bekommt der Stahl zwar, wie ich schon gesagt habe, alle Härte, die er vermöge seiner Natur nur anzunehmen im Stande ist; weil die Härte aber immer einen gewissen Grad von Sprödigkeit, oder eine Anlage, beim Werfen, Schlagen oder Stoßen leicht auszubrechen, zur Folge hat; so muß man diesem Uebel durch neues Erwärmen, oder durch das sogenannte Anlaufen, wovon ich schon §§. 48. 52. geredet habe und daher hier nicht viel mehr hinzusetzen darf, abzuhelfen suchen. Die ausdehnende Kraft der Wärme kann die durch das Härten stark gespannten Theilchen erschlaffen machen; so lange der Stahl indeß nur so heiß ist, daß er noch seine weiße und blanke Farbe behält, hat er an Härte noch nichts oder wenigstens nichts bedeutendes verloren; so wie die Hitze aber nach und nach stärker wird, nimmt seine Härte in derselben Stufenfolge ab, als die oben (§. 48.) genannten Farben zum Vorschein kommen, nämlich strohgelb, goldgelb, karmoisinroth, purpur- oder kupferroth, dunkelblau, bläulichgrün, worauf endlich der Zustand der Farbenlosigkeit eintritt, wobei der Stahl matt wird und allen Glanz verloren hat. Dann folgen die Grade des Glühens, wobei alle Härte verschwindet.

Die-

Diese Farben sind für den Künstler zwar die sichersten Wegweiser und gewähren ihnen die besten Kennzeichen, um die Härte und Sprödigkeit des Stahls bis zu jedem beliebigen Grad zu vermindern; es wird dabei aber durchaus eine Kenntniß von den Eigenschaften und von der Natur des Stahls, so wie von dem Hitzgrad, in welchem er gehärtet worden ist, vorausgesetzt. Weichere Stahlarten erfordern einen geringeren und härtere einen höheren Grad des Anlaufens. Die Erfahrung giebt hier, wie überall, die sichersten Regeln. — Viele Werkzeuge, Feuerstahle, Hämmer, Ambösse, Münzstempel, Polirstahle, allerlei Schabeeisen für Metalle, Bergbohrer u. s. f., dürfen gar nicht anlaufen. — Alle Sachen, die man anlaufen läßt, müssen entweder schon beim Härten eine reine Oberfläche bekommen haben, oder man muß sie vorher mit Bimmstein rein scheuern. Das Anlaufen wird gewöhnlich über reinem Kohlenfeuer, sicherer aber zwischen den Backen einer groben glühend gemachten Zange verrichtet.

Die strohgelbe Farbe ist für alle Arten von Grabstichеln, Stempeln, Dreheisen u. s. f., die gegen Eisen, Stahl und Stein gebraucht werden, anzuwenden.

Die goldgelbe Farbe dient für alle feine schneidenden Werkzeuge, für Rasirmesser, chirurgische Instrumente u. s. f.

Die Kupferfarbe ist für alle Tisch- und Taschenmesser brauchbar.

Die violette Farbe dient für alle starken Federn, die nur sehr wenig gebogen werden.

Die blaue Farbe endlich ist zu Uhrfedern, Säbel- und Degenklingen, die stark gebogen werden müssen, anwendbar (§§. 31. 32.).

Auch

Auch ohne den Stahl blank zu scheuern, läßt man z. B. die Schlagfedern in den Gewehrschlössern auf die Weise etwas anlaufen, daß man die in Talg oder in Rüböl gehärtete Feder mit eben dieser Fettigkeit bestreicht, sie so lange über brennendes Kohlenfeuer hält, bis das Oel zu verbrennen anfängt, welches bei dem Hitzgrad erfolgt, in welchem der blanke Stahl purpurroth anlaufen würde, und sie dann, wenn das Fett gänzlich verbrannt ist (welches bei dem Hitzgrad des Blauanlaufens geschieht) in Wasser ablöscht. Um einen gleichartigen Anlauf zu erhalten, wiederholt man das ganze Verfahren zum zweitenmal, und beobachtet dabei die Vorsicht, daß man die vorhin der Hitze zugekehrte Seite derselben jetzt abkehrt, damit die Feder überall gleich stark erhitzt wird, worauf man sie ebenfalls im Wasser ablöscht.

Will man über die Kenntniß des Stahls, über das Schmieden, Härten und Anlaufen desselben etwas Gründliches und Ausführliches lesen, so verweise ich auf v. Reaumurs berühmte Schrift und auf die von Perret 1779 herausgegebene vortrefliche Abhandlung: Memoire sur l'acier, in welcher man sehr sorgfältige und gründliche Erfahrungen mit einem blühenden Styl vorgetragen findet.

§. 278. Versuche über das Härten verschiedener Stahlarten in ungleicher Hitze.

Um einen genaueren Aufschluß über die Abweichungen in der Feinheit und im Korn bei verschiedenen Stahlarten, die in ungleichen Graden der Glühhitze im Wasser abgelöscht oder gehärtet werden, zu erhalten, wurden folgende Versuche angestellt, bei denen ich den niedrigsten Grad der Hitze dunkelroth, den höheren lichtroth und den höchsten, wobei

der

der Stahl schon zu schweißen anfängt, weißwarm nenne.

1. Harter und unbändiger Brennstahl.

Durch Cementation bei Holzkohlen und nicht im Flammenfeuer bereitet.

a. Dunkelroth gehärtet bekam er auswendig eine weiße und reine Fläche. Im Bruch war er feinkörnig, etwas glänzend und gelblichweiß.

b. Lichtroth gehärtet fiel er spröder und mit Kantenbrüchen aus. Das Korn war gröber und glänzender, äußerlich hatte er keine so blanke Fläche.

c. Weißwarm gehärtet bekam er eine schwarze, weißgefleckte Oberfläche, und im Bruch ein grobes glänzendes Korn. Er war durchgängig so spröde geworden, daß man ihn unter dem Hammer und im Mörser zerpulvern konnte. Die zusammengebogenen Stücken wollten sich kaum aneinanderschweißen lassen.

2. Brennstahl.

Aus ungleichartigen, aber doch gutartigen Eisensorten bei Holzflammenfeuer cementirt.

a. Dunkelroth gehärtet bekam er eine reine Oberfläche. Er vertrug stärkere Schläge, ehe er gerade und wie abgeschnitten zerbrach. Im Bruch war er feiner als No. 1., und hatte ein weißgraues nicht glänzendes Ansehen.

b. Lichtroth gehärtet ward er spröder und etwas grobkörniger, behielt aber eine reine Oberfläche.

c. Weißwarm gehärtet ward die Oberfläche schwarzfleckig, jedoch war er weniger spröde und hatte auch ein feineres Korn als No. 1.

3. Roh-

3. Rohstahl, oder ungegerbter Schmelzstahl.

Aus mehreren Roheisenarten erzeugt.

a. **Dunkelroth** gehärtet bekam er kaum eine weiße Oberfläche. Das Korn war gröber und ungleicher; die Farbe fiel ins Gelbliche; übrigens war er spröde und kantenbrüchig geworden.

b. **Lichtroth** gehärtet fiel die Oberfläche reiner aus; der Stahl war aber spröder und grobkörniger.

c. **Weißwarm** gehärtet bekam er keine reine Oberfläche, und war auch eben so spröde und grobkörnig als b.

4. Gegerbter Schmelzstahl.

Aus mehreren Arten zusammengesetzt.

a. **Dunkelroth** gehärtet ließ er sich sehr stark schlagen, ehe er abbrach. Der Bruch war grau und feinkörnig, doch nicht so fein als der des Brennstahls. An der Kante bemerkte ich eine kleine Eisenader.

b. **Lichtroth** gehärtet bekam er eine reinere Oberfläche, war aber etwas spröder unter dem Hammer. Auf dem Bruch kamen feine Ränder, oder parallele Streifen von den beim Gerben zusammengelegten Stahlschienen zum Vorschein, die ein glänzenderes Korn hatten, wodurch sich dieser Stahl auffallend vom Brennstahl unterschied, welcher ganz gleichartig fein war. Die vorhin bemerkte Eisenader war nicht mehr sichtbar.

c. **Weißwarm** gehärtet ward die Oberfläche fast ganz schwarz und nur sehr wenig weißfleckig. Unter dem Hammer war er spröder, aber doch etwas stärker, als der Brennstahl. Die Streifen von feinerem und gröberem glänzenden Korn, durch das Zusammenschwei-

schweißen der Stahlschienen veranlaßt, waren jetzt ganz deutlich zum Vorschein gekommen.

In Rücksicht der Härte muß ich bemerken, daß alle Stahlarten, die beim Härten schon bei einem geringeren Grad von Glühhitze eine reine weiße Oberfläche erhielten, auch am härtesten ausfielen und der Feile am stärksten widerstanden. Ward der Stahl aber weißwarm gehärtet und hatte er eine schwarze Oberfläche, so konnte man ihn mit einer harten Feile ritzen; er war daher weicher und spröder geworden. Alle Brennstahlarten bekamen durch das Härten in der Weißglühhitze einen gröberen und in der dunkelrothen Glühhitze einen feineren Bruch als die Gerbestahlarten, wenn diese in denselben Graden der Hitze gehärtet wurden.

§. 279. Von der Oberflächen- oder Insatz-Härtung.

Die Insatzhärtung ist nichts weiter, als eine Art von Stahlcementation, bei welcher das Eisen nicht durchgängig, sondern nur auf der Oberfläche in Stahl verwandelt wird. Das Eisen wird bei diesem Proceß in verschloßnen Gefäßen (wozu man in der Regel Gefäße von Eisenblech nimmt) mit brennbaren Substanzen umgeben, und in einer mittelmäßig starken Rothglühhitze zwischen frischen Kohlen, ohne Gebläse oder Luftzug, geglühet. Alles Eisen kann auf diese Art in einer Zeit von einer oder von zwei Stunden eine Stahlhaut von der Stärke eines Kartenblattes oder eine noch dickere Stahlfläche bekommen, welche in sehr vielen Fällen, vorzüglich bei solchen Eisenarbeiten, die eine hohe Politur oder einen starken Glanz erhalten sollen, wozu das weiche Eisen weder brauchbar noch hinlänglich dauerhaft, der reine Stahl aber

aber zu kostbar und zu schwer zu bearbeiten seyn würde, von großem Nutzen ist. Diese Insatz- oder Oberflächenhärtung ist zwar allen Feinschmieden bekannt, und fast jeder hat seine eigene, von seinem Meister erlernte Vorschrift zu den Materialien, worin das Eisen, um es zu härten, gelegt werden soll; indeß muß ich doch Folgendes über diesen Proceß bemerken.

Das gewöhnliche Verfahren bei dieser Art zu härten besteht darin, daß man die zu härtende Waare, welche vorher ganz fertig gefeilt und fein geschmirgelt seyn muß, auf die gewöhnliche Art mit dem Härtepulver in einen der Größe der Arbeit angemessenen und nachläßig zusammengeschlagenen Kasten von grobem Eisenblech bringt, den angefüllten Kasten mit einem Deckel verschließt, die Oeffnungen und undichten Stellen desselben mit einem Gemenge von Thon und Sand gut verstreicht, ihn dann auf reine grobe Kohlen im Heerd oder im Ofen, oder auch nur in einem mit losen Steinen eingefaßten Raum, ohne Zugluft hinzukommen zu lassen, hinstellt, und ihn endlich von allen Seiten und auch oberhalb mit kleinen Kohlen, aber nicht mit Kohlenlösche beschüttet. Der ganze Kohlenhaufen wird durch gut brennende Kohlen in Brand gesetzt, und der Kasten muß auf diese Art durch ein- bis zweistündiges Glühen bis zur lichtrothen Glühhitze erwärmt werden. Um genau zu wissen, ob die Härtepulver bereits ihre Wirkung gethan haben, werden ein Paar Stücken Drath durch Löcher dergestalt in den Härtekasten gesteckt, daß das eine Ende ziemlich tief ins Härtepulver hineinreicht, das andere aber aus dem Deckel hervorragt, so daß man den Drath nach Verlauf einer Stunde mit der Zange fassen, heraus ziehen und schnell ins Wasser tauchen kann. Bekommt der Drath eine blanke Oberfläche, ist er hart gegen die Feile, läßt er sich brechen, und hat er auf dem Bruch

einen

einen körnigen Rand mit einer zähen Eisenader in der Mitte, so ist die Oberflächenhärtung erfolgt. Der Kasten wird dann herausgenommen, jedes Stück einzeln ausgepackt und im Wasser abgelöscht. Bestand die Arbeit aus kleinen Stücken, aus Knöpfen, Kettengliedern u. s. f., so müssen diese mit dem Härtepulver zugleich aus dem Kasten genommen und so schleunig als möglich (um nicht zu erkalten) im Wasser abgelöscht werden. Wollte man den ganzen verschloßnen Kasten ins Wasser werfen, so würde aus dem schon angeführten Grunde, weil nämlich der Zutritt der Luft und ganz kaltes Wasser zum Härten nöthig sind, gar keine Härtung erfolgen. Man muß die glühenden Waaren aber sehr schnell ins Wasser bringen, weil sie sonst Glühspan ansetzen und keine reine Oberfläche bekommen. Sollte der erste Probedrath zeigen, daß das Härtepulver noch nicht wirksam genug gewesen ist, so muß man mit dem Glühen fortfahren und dann den zweiten Drath auf eben die Art probiren. Der Härtekasten muß nicht zu dick seyn, damit die Hitze leichter durchdringen kann. Das Eisen wird zwar desto tiefer stahlartig, je längere Zeit man das Glühen fortsetzt und je stärker die Hitze ist, die man anwendet; allein es wird dadurch auch zugleich spröder, und eben wegen dieser Sprödigkeit und wegen des groben Korns läßt sich diese Härtemethode zu allen Arbeiten, die eine Schneide und eine Spitze haben, durchaus nicht anwenden. Viele Nähnadeln sind z. B. unbrauchbar, weil sie aus Eisendrath gemacht worden sind, der eine solche Oberflächenhärtung bekommen hat; die Spitzen brechen sehr bald ab, und schleift man neue an, so sind diese nicht hart genug, weil sie nur aus Eisen bestehen, welches sich in der Mitte der Nadel befand.

Die Eigenschaften des anzuwendenden Härtepulvers müssen ohne Zweifel folgende seyn:

a. Es

a. Es muß in der kürzesten Zeit und in der schwächsten Glühhitze die verlangte Härtung hervorbringen.

b. Es muß das Eisen beim Glühen nicht angreifen.

c. Es muß nach dem Härten nicht zum Rosten Anlaß geben, und

d. Es muß eine reine und blanke Oberfläche geben.

Reaumur hat in der zwölften Abtheilung seines bekannten Werks auch über diese Härtungsmethode viele Versuche mit verschiedenen Salzen und mit anderen Körpern angestellt. Ein Gemenge von Taubenmist, Salmiak und Kochsalz, mit Urin angefeuchtet, soll, nach seinen Versuchen, dem Eisen die härteste Stahlhaut geben. Ich habe diesen Versuch wiederholt, und obgleich nicht zu läugnen ist, daß der Salmiak die Verwandlung des Eisens in Stahl sehr befördert, und daß die Anwendung desselben daher, vorzüglich wenn er durch Kalk mehr fixirt wird, eine große Zeitersparung zur Folge hat; so muß man doch gestehen, daß der Salmiak die Oberfläche des feingeschliffenen Eisens etwas angreift, und daß er, wie alle Neutral- und Mittelsalze, den Fehler besitzt, etwas von dem Säurengehalt zurückzulassen, der sich nicht wegbringen läßt, sondern mit der Zeit zum schnelleren Rosten des Eisens Anlaß giebt. Obgleich man also die Salze aus allen Cementir- oder Härtepulvern weglassen sollte, so ist man doch zuweilen genöthigt sich derselben zu bedienen; dann sollte man aber reines Alkali nehmen, weil dies das einzige Salz ist, von dessen Gebrauch keine bösen Folgen zu befürchten sind. In so fern der Salpeter durch Vermischung mit brennbaren Substanzen seine Säure bald verliert und dann eben die Wirkung wie reines Alkali her-

hervorbringt, kann man sich auch des Salpeters mit gutem Erfolg bei den Härtepulvern bedienen. Auch reines Mineralalkali oder Sodasalz leistet gute Dienste. Ein vorzüglich gutes Härtepulver geben nach meinen Versuchen 4 Theile zerpulverte Birkenkohlen, 3 harter Schornsteinruß, 1 verkohltes Leder, 2 Taubenmist und $\frac{1}{8}$ Salpeter. Den Taubenmist und den Salpeter kann man ohne Nachtheil auch ganz weglassen. Dieses Pulver ist zwar für alle Arten der Oberflächenhärtung zureichend; indeß will ich doch noch die Versuche mittheilen, welche ich in der Absicht angestellt habe, um vielleicht noch bessere Cementirpulver auszumitteln. Obgleich mit dem Roheisenbohrspan noch keine Versuche gemacht worden sind, so ist doch zu vermuthen, daß er ein gutes Mittel zur Oberflächenhärtung abgeben wird, weil er sich bei der Verwandlung des Stabeisens in Stahl (§. 270, VI.) so wirksam zeigt.

§. 280. Versuche über das Oberflächenhärten.

I. Des Eisens.

1. Um mich zuerst von der Wirkung des im vorigen §. angegebenen Pulvers in Vergleich mit dem bloßen Kohlenpulver zu überzeugen, brachte ich in ein kleines Cementirgefäß aus stark gebranntem feuerfestem Thon zwei reingefeilte Stücken von weichem und zähem Eisen von $\frac{1}{4}$ Zoll dick, und umgab sie mit jenem Härtepulver, welches ich zum Ueberfluß noch mit einem Härtewasser, nach Laureus Vorschrift aus 2 Maaß Wasser, 1 Maaß Urin, 2 Loth Salpeter, 3 Loth Kochsalz und 1 Loth Salmiak bestehend, angefeuchtet hatte.

2. In ein zweites ähnliches Cementirgefäß wurden zwei eben so große Stücken von demselben Eisen mit bloßem reinem Birkenkohlenpulver gelegt. Beide Gefäße

äße wurden zusammen in einen Windofen gestellt, und
Stunden lang (ohne Luftzug) bis zum lichten Roth-
lühen erhitzt. Nach dem Erkalten ohne Härtung fand
ch das Eisen in beiden Gefäßen gleich stark und fast
urchaus in Stahl verwandelt, nur in der Mitte war
och eine Eisenader zurückgeblieben. Die Oberfläche
es Eisens im Härtepulver war matter und mehr
chwarzblau, allein es hatte sich kein Glühspan ange-
ßt; das Eisen im Kohlenstaub hatte eine blanke Ober-
äche und eine wirkliche Eisenfarbe. Beim Ausschmie-
en gab sich der erstere als ein feiner Stahl zu erkennen,
er in braunrother Hitze die größte Härte bekam und
Glas schnitt; der letztere schien aber gröber zu seyn
nd stärkere Hitze zum Härten zu erfordern; auch war
etwas weicher. Mehrere vergleichende Versuche mit
ärtepulver und Kohlenstaub gaben immer dasselbe
esultat; das Eisen ward nämlich im Härtepulver im-
er härter und bekam eine dunklere fleckigere Ober-
äche, als im Kohlenstaub, in welchem das weiche
isen schon durch ein einstündiges Glühen eine be-
utende und blanke Stahlhaut erhielt. Wegen der
ößeren Härte, die beim Feinpoliren gute Dienste
ut, muß man jedoch dem Härtepulver den Vorzug
räumen.

3. Jenes Härtepulver mit feingesiebtem Krystall-
as gemengt, gab nach $\frac{3}{4}$stündigem Glühen zwar eine
te Oberflächenhärtung, aber die Oberfläche ward
durch nicht blanker.

4. Wenn das Eisen aber zuerst mit Tischlerleim
strichen und dann mit feinem Krystallglas bestreut
rd, so bekam das Eisen in jenem Härtepulver eine
nke Oberfläche und dieselbe Härte als gewöhnlich.

5. Reingefeiltes Eisen, welches mit Leim bestrichen
d dann mit einem Pulver aus gleichen Theilen Borax
und

und Glas bestrent ward, erhielt in derselben Zeit ein noch blankeres, weißes und reines Ansehen wie Silber, ward es ziemlich hart, jedoch nicht so hart als mit bloßem Glas.

6. Dieselbe Wirkung erfolgte auch mit einem Pulver von einem noch leichtflüssigeren Glas, welches durch das Zusammenschmelzen von 3 Theilen Pottasche mit 1 Theil Kieselmehl erhalten war. Wenn das Eisen mit diesem zerfloßnen Salz, oder mit der sogenannten Kieselfeuchtigkeit bestrichen ward, bekam es nach dem Härten ebenfalls eine blanke Oberfläche. Ein Brei aus Glaspulver, mit etwas kölnischem Thon und Wasser angemacht und auf Eisen gestrichen, gab nach dem Oberflächenhärten in jenem Härtepulver gleichfalls eine blanke Oberfläche, jedoch beim Eisen nicht in dem hohen Grade als beim Stahl.

7. Wenn zu demselben Härtepulver (1) statt des Salpeters ein Theil schwarzer Fluß genommen wird, so giebt dies Pulver ebenfalls eine gute, harte und blanke Oberfläche. Ich bestrich einen starken und dicken Eisendrath mit Tischlerleim, wälzte ihn in diesem Härtepulver, welches mit der Hälfte fixem Salmiak (aus 2 Theilen Kalk und 1 Theil Salmiak zusammengeschmolzen) recht genau vermengt war, und brachte ihn dann sogleich, ohne ihn in ein Gefäß zu thun, in reines Kohlenfeuer, worin er langsam geglühet und dann im Wasser abgelöscht ward. Die Oberfläche ward dadurch ganz blank und hart. Ich habe diese Härtungsmethode bei kleinen Bohrern, die aus Eisendrath gemacht waren, mit dem glücklichsten Erfolg angewendet. Es ist schon oben §. 16, f. 270, 5, 6) angeführt worden, daß das Eisen, welches in geschmolzenem fixen Salmiak hinlänglich stark geglühet ward, nach dem Ablöschen im Wasser eine weiße, silberblanke Oberfläche und eine bedeutende Härte erhielt, welches auch geschieht,

hieht, wenn das Eisen mit Leim bestrichen, in dem
ben genannten Salz gewälzt, und sobald es hinläng-
ich mit demselben bedeckt ist, sogleich langsam ge-
lühet und im Wasser gehärtet wird. Wendet man
ber den fixen Salmiak allein an, so bekommt die
)berfläche des Eisens eine Neigung zum Rosten, wel-
)es sich dadurch verhindern läßt, daß man den Sal-
niak mit doppelt so viel Härtepulver vermengt.

8. Nach Anleitung dieses letzten Versuchs machte
h ein Härtepulver aus 12 Loth Ruß, 8 gebranntem
der verkohltem Horn, 10 schwarzem Fluß und 28
rem Salmiak, welches bloß durch Tischlerleim auf der
)berfläche befestiget ward, und dann durch unmittel-
ares Glühen zwischen Kohlen nach dem Ablöschen im
Vasser eine gute Oberflächenhärtung auf Eisen und
Stahl gab, auch zugleich eine blanke Oberfläche ge-
)ährte. Sollte die Arbeit von der Beschaffenheit seyn,
aß sie im Härtekasten gebrannt werden müßte, so
berzieht man sie zuerst auf die eben angeführte Art mit
em Härtepulver, und legt sie dann, mit Kohlenstaub
ngeben, in den Kasten; sobald der Ueberzug aber
egeben ist, muß man die Arbeit sogleich am Feuer
:ocknen und sie nicht lange an der Luft liegen lassen,
eil sie sonst rostet, wodurch das Härten verhindert
erden würde.

9. Jener schwarze Fluß, dessen man sich beim Pro-
ren der Erze bedient, wird bekanntlich auf die Art
:reitet, daß man gleiche Theile fein zerpulverten rothen
Beinstein und Salpeter mit einander vermengt, das
)emenge in einen Tiegel bringt, der nur $\frac{2}{3}$ damit an-
:füllt wird, eine recht glühende Kohle auf das Pulver
gt und es verpuffen läßt, wobei der Tiegel, um
as Ueberschäumen zu verhüten, mit einem Ziegel be-
:ckt bleibt. Wenn das Aufschäumen vorüber ist, wird
:r fertige und noch heiße schwarze Fluß auf einer kalten

eisernen Platte ausgebreitet, um die noch glühenden Theile vermittelst eines breiten Hammers auszulöschen, damit das Pulver seine schwarze Farbe behält. Der zerpulverte schwarze Fluß wird in einer reinen verstopften Flasche aufbewahrt. — Dieses phlogistisirte Alkali besitzt ebenfalls die Eigenschaft, die Oberflächenhärtung sehr zu befördern, ohne zum Rosten Veranlassung zu geben; für sich allein angewendet, ist die Wirkung indeß nicht kräftig genug. 1 Theil davon mit 2 Kohlenstaub und $\frac{1}{8}$ Salmiak giebt ein starkes Härtepulver. Weil die Oberfläche des Eisens dadurch aber nicht blank genug ward, versuchte ich die reingefeilte Fläche des Eisens vorher mit einem Brei von etwas Thonwasser mit vielem Glaspulver zu bestreichen, den Ueberzug am Feuer zu trocknen und mit jenem Härtepulver in einer Eisenkiste eine Stunde lang zu glühen. Nach dem Ablöschen im Wasser fand ich die Oberfläche des Eisens hart, weiß und blank. Wenn man also durchaus Salze zu den Härtepulvern nehmen muß, so kann man auf diese Weise dem sonst daraus entspringenden Rosten vorbeugen.

10. Eisen, welches mit grüner Seife bestrichen und dann, ohne es in eine Kiste zu legen, in bloßen Kohlen geglühet ward, erhielt nach dem Ablöschen nur eine schwache Härtung; aber in Verbindung mit Härtepulvern erreichte ich meinen Zweck in Rücksicht der Härte völlig, nur ward die Oberfläche nicht blank.

11. Eine Schiene weiches Eisen ward mit einem Brei von Bierhefen und dem im vorigen §. beschriebenen Härtepulver bestrichen, nach dem Trocknen nach und nach zwischen Kohlen glühend gemacht und im Wasser abgelöscht, wodurch es eine dünne, reine, weiße Stahlhaut von gehöriger Härte erhielt. Raspeln und Holzbohrer von Eisen, die auf diese Art gehärtet wurden, fielen sehr gut und hart aus, ohne daß ich sie in einer

Eisen-

Eisenkiste härten durfte. Auch habe ich den Versuch angestellt, Feilen und Schraubenmuttern von Eisen durch Cementiren mit diesem Härtepulver in einer Eisenkiste zu härten, und sie bekamen wirklich eine so harte Oberfläche, daß sie für weiches Eisen und für weiche Metalle hart genug waren.

II. Des Stahls.

Ich habe schon (§. 277, 8.) angeführt, daß die Oberflächenhärtung auf Stahl, besonders für schneidende Werkzeuge, bei denen der Stahl den höchsten Grad der Feinheit behalten soll, also sehr schnell und in möglichst schwacher Hitze gehärtet werden muß, selten von guter Wirkung ist, weil das Brennbare der Härtepulver bei den erforderlichen schnellen Aufglühen und bei der geringen Hitze kaum wirksam werden kann, und weil der Stahl bei einem höheren Hitzgrad wieder ein gröberes Gefüge und größere Sprödigkeit erhalten würde. — Aus den Versuchen von Perret geht auch hervor, daß das Oberflächenhärten für die Magnetstäbe, welches einige Schriftsteller für nothwendig halten, so schädlich ist, daß die auf diese Art gehärteten Stahlstangen kaum magnetisch werden wollten. Man muß diese Stäbe daher, wenn sie gehörig gehämmert sind, sehr wenig erhitzen, und im bloßen reinen Wasser härten, besonders da wir vorher gesehen haben, daß zu viel Phlogiston die magnetische Kraft vermindert. — Feilen und Raspeln sind fast die einzigen Werkzeuge, bei denen eine Zunahme der Härte durch die Oberflächenhärtung anwendbar ist, indem die feinen Zähne die Wirkungen der Härtepulver erfahren, ohne daß der Stahl viel über den Grad der Hitze, der zum Härten nöthig ist, geglühet werden darf. Die Härtepulver können dabei auch den Vortheil gewähren, daß der Stahl beim Glühen keinen Glühspan ansetzt, und daß die Oberfläche daher beim Härten

deſto reiner wird. Auch pflegen ſich die auf dieſe Art gehärteten Sachen in der Regel nicht ſo leicht krumm zu ziehen, als durch das Härten auf die gewöhnliche Weiſe. Folgende Bemerkungen gehören hierher:

1. Im Allgemeinen iſt beim Härten der Feilen kein anderer Kunſtgriff nöthig, als daß man ſie zuerſt bis zum Blauanlaufen erhitzt, ſie kann, ſo warm wie ſie ſind, mit einem Leinwandbündel, in welchem Kochſalz eingebunden iſt, und den man von Zeit zu Zeit ins Waſſer taucht, abreibt, ſo daß ſie von dem eintrocknenden Salz eine ganz weiße Oberfläche erhalten; ſie in dieſem Zuſtand zwiſchen glühenden Kohlen legt, und ſie höchſtens bis zum braunrothen Glühen erhitzt. So wie die Feilen aus dem Feuer kommen, werden ſie mit einem Stück Horn berieben, damit ſich von den fettigen und kohligen Beſtandtheilen des Horns überall etwas anſetzen kann. Alsdann legt man ſie abermals zwiſchen Kohlen, ſetzt ſie einer lichtrothen oder kirſchfarbenen Härtehitze aus und taucht ſie ſenkrecht, aber mit Veränderung der Stelle, in friſches, von allen Zuſätzen völlig reines Waſſer. Dieſe gewöhnliche Methode iſt in dem Fall ſehr gut, wenn die Feilen aus gutem Stahl gearbeitet waren. Weil ſie dabei aber nicht eher, als bis ſich ſchon etwas Glühſpan angeſetzt hat, eine Decke von brennbaren Körpern erhalten, ſo müſſen ſie ſchwarz werden und die kleinen Zähne können nicht die nöthige Stärke bekommen. Das Salz, welches ſich in den kleinen Vertiefungen feſtſetzt, macht auch die Zähne ſpröde und giebt zum Roſten der Feilen Anlaß, welches letztere Uebel man indeß dadurch einigermaßen mindert, daß man die Feilen mit feuchter Kohlenlöſche ſcheuert, rein kratzt, trocknet, mit einem Oellappen reibt und das anhängende Fett über Feuer eintrocknen läßt.

2. Das

2. Das Kochsalz thut beim Härten der Feilen zwar deshalb gute Dienste, weil es, wie wir schon gesehen haben, die Eigenschaft besitzt, die Verwandlung des Eisens in Stahl zu beschleunigen, und dieselbe bei einem geringeren Hitzgrad möglich zu machen, auch ist es unter allen Salzen das wohlfeilste; allein um das Rosten zu verhüten, muß man doch immer dahin sehen, daß das Brennbare zunächst dem Eisen und das Salz nach außen kommt. Beim Feilenhärten ist es auch sehr bequem, sich einer klebrigen Substanz zu bedienen, um dieselbe an der Oberfläche anheften zu können, ohne die Feilen in eine Kiste legen zu dürfen. Man hat in dieser Absicht das Härtepulver mit Leim, Seife, Leinöl, Kuhmist und Hefen aufzutragen versucht, und die Bierhefen als ein vorzüglich bequemes Mittel befunden. Altes zu Kohlen gebranntes und zerpulvertes Leder und eben so viel Ruß mit Bierhefen zu einem Brei gemacht, giebt einen sehr guten Ueberzug. Aus gutem Brennstahl gehauene Feilen, die mit diesem Brei überzogen, dann mit etwas wenigem Kochsalzpulver bestaubt, schnell in der Wärme getrocknet, in reinem Kohlenfeuer bis zu einem mäßigen Grad von kirschrother Glühhitze, oder bis zum Rauchen des Salzes erhitzt, und endlich senkrecht in kaltes Wasser getaucht wurden, bekamen eine sehr gute Härtung und erhielten auch eine reine Oberfläche.

Fast auf eben diese Art sollen, nach Jars (in dessen metallurgischen Reisen), die Feilen zu Winlington Miller und zu Sheffield in England gehärtet werden. Wenn viele Feilen von der Mittelsorte mit einemmal gehärtet worden sind, wirft man sie nach dem Härten in reines Wasser, kratzt und reinigt sie stückweise mit einer scharfen Bürste, legt sie dann zur Verhinderung des Rostens wieder in einen dünnen Brei aus weißem Thon mit Wasser, nimmt sie nach Belieben aus diesem

Brei

Brei, trocknet sie in der Wärme, bürstet sie ganz rein, schmiert sie mit einem Oellappen etwas ein und wickelt sie dann in Papier. Das anzuwendende Kochsalz muß vorher in einem Tiegel über Feuer abgekni-stert werden, wodurch es auch zugleich die erforderliche Feinheit erhält.

3. Feilen aus gutem Danemorer Brennstahl, welche in eine Auflösung von Kochsalz im Wasser getaucht, dann schnell getrocknet, und nach dem Glühen im Wasser abgelöscht wurden, erhielten eine schwarzfleckige Oberfläche, und bekamen so wenig Härte, daß sie kaum das weiche Eisen angriffen.

4. Eben solche Feilen wurden mit an der Luft zerflossnem fixem Salmiak oder mit Kalköl bestrichen und in der Wärme getrocknet, so daß sie eine weiße Rinde von jenem Salz erhielten. Nach dem Glühen und Ablöschen im Wasser bekamen sie eine reine, blanke, silberweiße Oberfläche, und hielten auch gegen ungehärteten Stahl recht gut aus, ohne sich umzulegen. — Mehrere Versuche mit dem unter I. 8. angeführten Härtepulver auf Eisen, auf Stahl angewendet, gaben weder eine so reine Oberfläche, noch so viel Härte als das bloße Kalköl. Die mit fixem Salmiak gehärteten Feilen müssen aber mit warmen Wasser ganz rein gebürstet, von allen Salztheilchen befreit, und nach dem Abtrocknen mit Baumöl eingerieben werden, um sie gegen das Rosten zu bewahren. — Vor allen Dingen muß man aber den Grad der Hitze beim Härten sehr genau beobachten. Glüht man die Feile stärker, als zum bloßen Härten des Stahls nöthig ist, so zieht sie sich krumm, verliert alle Stärke, Schärfe und Härte, und läßt sich dann durch abermaliges Härten auf keine Weise wieder verbessern, wie viele fruchtlose Versuche, die ich hier übergehe, gezeigt haben.

Das

Das beste Mittel, die Feilen nach dem Härten gegen den Rost zu bewahren, besteht darin, daß man sie zuerst mit der (unter I. 6. angeführten) Kieselfeuchtigkeit bestreicht, diese in der Wärme eintrocknen läßt, und dann erst irgend eine von den vorhin vorgeschlagenen Härtsalben anwendet. Für eine große Feilenfabrik würde dieser Weg zwar zu umständlich, zu mühsam und zu kostbar seyn; wenn es aber auf ein sehr sorgfältiges und genaues Härten ankommt, sind die Kosten sehr unbedeutend.

Ich habe jetzt gezeigt, wie man dem Stahl den höchsten Grad der Härte mittheilen kann, und beschließe mit dieser Untersuchung die vorstehende Abtheilung.

Zehn-

Zehnte Abtheilung.

Vom Roheisen.

§. 281. Was unter Roheisen zu verstehen ist.

Eisen, welches sich weder warm noch kalt unter dem Hammer schmieden oder ausrecken läßt, und im freien Feuer, ohne Zusätze, in starker Hitze schmelzt und so flüssig wird, daß man es in jede beliebige Form gießen kann, wird Roheisen oder Gußeisen genannt. Roheisen ist also für ein sprödes Eisen zu halten, welches sich vom kaltbrüchigen Eisen dadurch, daß es sich nicht warm, und vom rothbrüchigen dadurch, daß es sich nicht kalt schmieden läßt, unterscheidet, folglich in diesem Zustand ein wahres Halbmetall darstellt. Geschmeidiges Eisen und Stahl lassen sich in verschloßnen Tiegeln in der möglichst stärksten Hitze zwar auch mit Beibehaltung ihrer Geschmeidigkeit schmelzen, allein das Geheimniß, geschmeidiges Eisen gleich und unmittelbar durch den Guß in brauchbare Formen darzustellen, ohne es zu schmieden, ist noch sehr wenig bekannt. Wenn man Eisenerze mit Kohlen schichtet und im Hohenofen durch Hülfe eines starken Gebläses schmelzt, wird das Eisen in dieser außerordentlichen Hitze gewöhnlich in flüssiger Gestalt ausgebracht und

in

in der Regel in Sandformen geleitet (nach denen es auch den Namen Ganzeisen erhalten hat), welches zum zweitenmal im Frischheerd eingeschmolzen werden muß, um es als Stabeisen ausschmieden zu können.

Dies Verhalten des Roheisens hat die mehrsten Schriftsteller zu der Meinung veranlaßt, daß das Roheisen ein unraffinirtes Metall sey, welches verschiedene zufällige Bestandtheile, unreducirte metallische Erde, groben Schwefel, fremde glasige Erde oder Schlacke, etwas Arsenikalisches, oder einen anderen halbmetallischen Bestandtheil enthalte, der die Ursache der Sprödigkeit sey und welcher im Frischheerd abgeschieden werden müsse, um das Eisen vollkommen geschmeidig zu machen. Andere glaubten die Ursache der Sprödigkeit im Mangel an einer hinreichenden Menge von Brennbarem, welches ein nothwendiger Bestandtheil des Metalls sey, der demselben im Frischheerd zu Theil würde, suchen zu müssen. Das Roheisen ward daher größtentheils als eine Art von Rohstein, wie der ist, den die Kupfererze beim ersten Schmelzen geben, oder als ein unvollkommnes mit Schlacke gemengtes Metall angesehen. Weil man aber schon beim ersten Schmelzen im Heerd, oder in kleineren Oefen, durch eine zweckmäßige Zustellung und durch ein schwächeres Gebläse (§§. 90-95.) vollkommen geschmeidiges Eisen aus den Erzen erhalten kann; weil sich ferner auch in den höheren Oefen das Eisen beim ersten Grade der Schmelzung reducirt, und als wirklich geschmeidiges Metall aus den Erzen zum Vorschein kommt, welches aber durch die stärkere Hitze in der Gegend der Form in den flüssigen Zustand, oder in den Zustand des Roheisens gebracht wird (§. 88.); weil das geschmeidige Eisen durch ein abermaliges Schmelzen zwischen Kohlen im Heerd, oder im Ofen, oder auch im Tiegel mit einem zugesetzten Fluß, der bloß Kohlenstaub seyn darf, wieder in wirkliches Roheisen verwandelt wird (§. 81.);

weil

weil das Roheisen durch das bloße langsame Glühen mit Zusätzen und ohne Zusätze geschmeidig werden kann (§. 89.); weil sich in dem Roheisen weder ein wirklicher grober Schwefel, noch eine unreducirte und noch viel weniger eine unmetallische, fremdartige, glasige Erde oder Schlacke als ein erweislicher Bestandtheil, der innig mit dem Eisen verbunden wäre (obgleich die offnen Zwischenräumchen zufällig eine unbedeutende Menge davon enthalten können) angeben läßt; weil alle diese Thatsachen durch Versuche im Kleinen und durch Erfahrungen im Großen bestätiget sind, und durch weiter unten anzuführende Versuche noch mehr bestätigt werden sollen: so läßt sich daraus der Schluß ziehen, daß das reine Roheisen nichts weiter ist, als ein sprödes Eisen, und daß die Sprödigkeit entweder vom Brennbaren allein (§§. 77, 78, 86.), oder von anderen beigemischten Metallen (6. Abtheilung) herrühren kann.

Die anderen Ganzmetalle bieten uns dieselben Erscheinungen dar. Gold z. B., als das allergeschmeidigste Metall, wird fast so spröde und ungeschmeidig als ein Halbmetall, wenn man es in eine kalte Form gießt, oder wenn es im mindesten den Dämpfen von Blei und Zinn ausgesetzt wird. Diese Sprödigkeit läßt sich indeß durch vorsichtiges Umgießen, oder durch einen Zusatz von Salpeter und Queckſilbersublimat, wodurch das Gold wieder vollkommen geschmeidig wird, indem die eingemischten Unarten durch diese Zusätze zerstört werden, gänzlich heben. Die Behauptung, daß das Gold durch einfallende Kohlen, oder durch anschlagenden Rauch beim Schmelzen spröde werden soll, hat keinen Grund, wenn das Gold sonst nur rein war und gehörig behandelt ward. Mit dem Silber verhält es sich eben so. — Das Eisen kann dagegen, wie wir gesehen haben, mehr und weniger Phlogiston und Brennbares enthalten, und je nachdem es mehr oder weniger

von

von diesem Bestandtheil enthält, die verschiedenartigen Eigenschaften als Roheisen, Stahl und Stabeisen zeigen, wodurch es sich von allen anderen Metallen unterscheidet. Man hat z. B. beim Stahlbrennen die Erfahrung gemacht, daß das geschmeidigste Eisen gar nicht schmelzen, sondern nur stark und anhaltend mit Kohlenstaub in verschloßnen Gefäßen glühen darf, um so spröde zu werden als Roheisen, daß er aber durch neues Glühen und Hämmern seine Geschmeidigkeit wieder erlangt. Das Roheisen darf dagegen, um geschmeidig zu werden, nur anhaltend, ohne allen Zusatz von Kohlenstaub, glühen. Ich habe oben (§§. 266. 275.) gezeigt, daß die Kohle eine gröbere brennbare Substanz und ein feineres Phlogiston, und außerdem noch ein feuerbeständiges alkalisches Salz und etwas Erdartiges enthält. Wie diese verschiedenartigen Bestandtheile der Kohle und des Feuers aber eigentlich wirken, um das Eisen mehr oder weniger geschmeidig zu machen, und wie ein so geringer Antheil von reißbleiartiger Substanz, als man durch Versuche in dem Eisen findet, so große Veränderungen hervorzubringen im Stande ist, bleibt unerklärbar, obgleich ich nicht unbemerkt lassen darf, daß es noch andere Substanzen geben kann, z. B. Braunstein, die als Bestandtheile der Eisenerze ein ganz sprödes und weißes Roheisen geben, obgleich das Stabeisen aus diesem Roheisen durchaus geschmeidig wird. Das neue Halbmetall (§. 178, 1.), welches den Kaltbruch im Eisen verursacht, und wovon Hjelm im Roheisen von Husaby aus Småländer Erzen $\frac{1}{2}$ Procent fand, muß hier ebenfalls mit angeführt werden, obgleich die Beimischung desselben im Stabeisen merklicher ist, als im Roheisen.

Es scheint mir auch um so weniger nöthig zu seyn, mich hier auf eine weitläuftigere Untersuchung einzulassen, weil ich mich auf Bergman's Abhandlung, de

de analisi ferri, beziehen kann, in welcher man die schwierige Frage von den Bestandtheilen des Roheisens, des Stahls und des geschmeidigen Eisens, mit sehr vieler Genauigkeit, und mit einer großen Menge von Versuchen belegt, beantwortet findet. Jene Versuche beweisen ebenfalls, daß das Eisen eben so, wie alle übrigen Metalle, aus Phlogiston, Feuermaterie und aus einer metallischen Erde besteht; daß das Eisen außerdem noch die reißbleiartige Substanz, oder das Plumbago und das Braunsteinmetall, in sehr verschiednen Verhältnissen, theils zufällig, größtentheils aber als wesentliche Bestandtheile enthält, und endlich daß es zuweilen noch mit anderen Substanzen, z.B. mit Arsenik, Zink, mit dem kaltbrüchigen Metall und mit Schwefelsäure verbunden ist, von welchen Substanzen eine jede die verschiedenartigsten Veränderungen der Zähigkeit und Sprödigkeit, der Härte und Weichheit, der Leicht- oder Strengflüssigkeit zur Folge haben kann.

§. 282. Von den verschiedenen Arten des Roheisens.

Die Verschiedenheiten des Roheisens sind entweder zufällig und rühren von der verschiedenartigen Behandlung bei der Produktion desselben her, die sich äußerlich durch die Farbe und durch das Bruchansehen zu erkennen geben; oder sie sind wesentlich oder natürlich und haben ihren Grund in der verschiedenartigen Beschaffenheit des Grundbestandtheils, oder der Erze, aus denen das Roheisen erzeugt ward. — Nach den zufälligen Verschiedenheiten theilt man das Roheisen gewöhnlich in gaares und grelles, oder in graues und weißes Roheisen.

1. Gaares oder graues Roheisen.

Dies Roheisen erhält man im Hohenofen, wenn man weniger Erz aufgiebt, als die Kohlen zu tragen

im

im Stande sind. Deshalb wird das Eisen beim Anfange einer Campagne, weil man, um die Maurung des Ofens erst durchzuwärmen, nur sehr wenig Erz aufgeben kann, gewöhnlich grau, indem die metallische Erde dann mit sehr vielem Brennbaren umgeben ist, und dieses in großer Menge aus den Kohlen aufnehmen kann. Die graue Farbe, welche das Roheisen beim Zerschlagen auf dem frischen Bruch zeigt, ist indeß sehr verschieden und abweichend. Ich bemerke hier folgende Varietäten:

a. Schwarzgrau von grobem Korn, welches aus schuppigen Theilen zusammengesetzt zu seyn scheint, die zuweilen auf der hohen Kante gegen einander stehen und zu sternförmigen oder ästigen Gestalten Anlaß geben. Dies ist das gaarste Roheisen, welches sich unter dem Hammer, gegen die Feile und gegen den Meißel ganz weich verhält, aber zugleich sehr mürbe ist, und starkes Werfen oder Schlagen nicht aushält. Es enthält sehr viel reißbleiartigen Glimmer, der auch immer mit diesem Eisen vorkommt, und den die Hohenofenmeister Gaarschaum oder Kies (§. 62, 4. 5.) nennen. Dieser Gaarschaum ist immer ein Beweis, daß der Ofen einen stärkeren Erzsatz verträgt.

b. Wenn jenes schwarzgraue Roheisen etwas weniger (obgleich noch immer sehr bedeutend) gaar ausfällt, oder wenn etwas mehr Erze, aber noch immer nicht so viel, als die Kohlen tragen können, gesetzt werden, so erhält das Roheisen eine etwas mehr lichtgraue Farbe, und einen eisenfarbenen glänzenden Bruch mit schuppigem Korn. Die Feinheit des Korns ist indeß veränderlich und wird in eben dem Grade feiner, ja sogar weiß, als das Eisen in dünneren Stücken gegossen wird.

c. So wie der Hohenofen mehr Wärme bekommt und die Erzgichten in demselben Verhältniß verstärkt werden, wird auch das Korn des Roheisens feiner und

von

von lichterer Farbe, so daß es zuletzt auf dem Bruch das Ansehen eines groben Stahls erhält, in welchem Zustand es noch weich genug ist, um sich mit der Feile, mit dem Meißel und mit dem Bohrer bearbeiten zu lassen, und die stärksten und heftigsten Stöße und Schläge auszustehen, weshalb es auch zu Kanonen und zu allen Sachen, die einen großen Widerstand leisten müssen, am brauchbarsten ist. Beim Abstich zeigt es sich weit dünnflüssiger, wirft keine zischende Funken, läßt sich gut gießen, füllt die Formen vollkommen gut aus und hält sich lange flüssig. Die Schlacke, welche zugleich mit diesem Roheisen entsteht, hat theils eine weiße, theils eine grüne, theils eine bläuliche Farbe. Gaarschaum kommt mit diesem Eisen fast gar nicht vor.

d. Nimmt die Hitze noch mehr zu und setzt man noch schwerere Erzgichten, so zeigen sich nach und nach weiße Flecken in dem lichtgrauen Eisengrunde. Das Eisen wird dann gegen Feile und Meißel härter, wirft beim Abstich feine, weiße, etwas zischende Funken, und erstarrt in offnen Formen gewöhnlich mit einer gleichförmig glatten Oberfläche, die oft etwas eingesunken, oder konkav mit scharfen Kanten erscheint, welches, nebst mehreren anderen Kennzeichen, zu erkennen giebt, daß der Ofen noch etwas mehr Erz vertragen kann, besonders wenn sich auf der Schlacke noch etwas feiner Eisenglimmer zeigt.

e. Bei einem etwas stärkeren Erzsatz bekommt endlich die weiße Eisenfarbe die Oberhand und das Roheisen erhält einen weißen Eisengrund, in welchem sich nur kleine Flecken oder Sterne von grauem Eisen eingesprengt finden. Die feinen weißen zischenden Funken kommen beim Erstarren häufiger zum Vorschein, es zeigt sich durchaus kein Gaarschaum, auch lassen sich keine andere Merkmale, welche verriethen, daß der

Ofen

)fen noch mehr Erz fordere, bemerken. Das Eisen
t jetzt bei dem gehörigen vollen Erzsatz erblasen, es
eißt gewöhnlich halbirtes grausprengliges Eisen
nd hat das Ansehen einer Forellenhaut. Wegen der
leinen, grauen, bleifarbenen Flecke, die sich wie Ha-
elkörner auf dem weißen Eisengrunde ausnehmen,
ennt man dies Eisen auch hagelbuntes Eisen, und
eht es beim Verfrischen in den deutschen Frischfeuer-
erden allen anderen Roheisenarten vor. — Bei einem
)lchen Gemenge von weißem und grauem Roheisen
)mmt es zuweilen, daß sich das graue Eisen unten
nd das weiße oben in den Roheisengängen zeigt, wel-
)e Absonderung wahrscheinlich daher rührt, daß das
:isen schneller an der Luft als in der Sandform erkaltet.
uweilen ereignet es sich auch wohl, daß sich in der Mitte
es Gußstückes ein Streif von weißem Eisen, oben und
nten aber graues Roheisen befindet; solches Eisen
flegt man eisstreifiges Roheisen zu nennen. Dergleis
)en Erscheinungen kommen vor, wenn verschiedenartige
:rze verschmolzen werden, z. B. etwas rothbrüchige
:rze (die bei einem gehörigen Erzsatz sehr leicht weißes
nd hartes Eisen zu geben pflegen) und gute Dürrstein-
:ze, die den stärksten Erzsatz im Hohenofen vertragen und
hr leicht graues Eisen geben, welches sich weder beim
Schmelzen im Hohenofen, noch in der Folge bei der Be-
andlung im Frischheerd, vollkommen mit dem rothbrüchi-
en Eisen verbindet. Das ist auch der Grund, warum in
:uer Stabeisenstange das eine Ende rothbrüchig und das
ndere gut und fehlerfrei seyn kann. Auch das kalt-
rüchige und rothbrüchige Eisen, oder eins von diesen
:isenarten und gutes Eisen, verbinden sich nicht voll-
)mmen mit einander.

2. Grelles, weißes Roheisen.

Wenn der Ofen in der dritten oder vierten Woche
:s zu dem Grad der Hitze gekommen ist, daß man so

viel

viel Erze aufgeben kann, als die Kohlen zu tragen vermögen, ohne daß sich an der Flamme des Ofens, an der Form oder an der Schlacke Merkmale einer Versetzung erkennen lassen, wird das Eisen durchaus weiß und zeigt dann folgende Abänderungen.

a. Weiß mit einem unordentlichen Bruch, der das Ansehen eines durchbrochenen Käses hat, und daher von den Arbeitern auch Kälbermilcheisen genannt wird. Spielt die Farbe ins Gelbe, so ist das häufig ein Beweis von Rothbruch, besonders wenn das Eisen beim Abstich hohe und rothe Schweißfunken wirft, beim Erkalten eine erhabene undichte Oberfläche bekommt, und beim Zerschlagen bedeutende Höhlungen und Gallen zeigt, die schnell und stark an der Luft rosten.

b. Weiß und silberblank, ins Blaue spielend. Bei diesem Ansehen kann das Eisen von sehr guter Art seyn; es ist dann aber bei dem möglichst höchsten Erzsatz im Ofen erblasen.

c. Weiß mit blanken flachen Flecken, die sich beim Zerschlagen als keil- oder strahlenförmige Stücken ablösen. Dies Eisen ist ebenfalls bei dem höchsten Erzsatz erblasen, und jenes Ansehen zeigt sehr häufig, wenn gleich nicht immer, einen größeren oder geringeren Braunsteingehalt an. Dies Eisen ist so hart, daß es von der besten Feile durchaus nicht angegriffen wird, und zugleich so außerordentlich spröde, daß große dreikantige Roheisengänze von 6 bis 8 Zoll dick, aus Danemorer Erzen erblasen, ohne äußere Einwirkung bloß dadurch, daß sie schnell aus der Wärme an die freie Luft kommen, wie Glas zerspringen. Hjelm hat dieselbe Erscheinung bei einem Probeschmelzen mit einer Beschickung aus braunsteinhaltigen Daler Erzen mit Persberger Erzen beobachtet.

§. 283.

§. 283. Bemerkungen und Versuche über verschiedene Roheisenarten.

Was ich eben vom Verhalten des Roheisens im Hohenofen, und von seinen Kennzeichen in Rücksicht der Farbe und des Bruchansehens gesagt, und von dem schwarzgrauen, dunkelgrauen, lichtgrauen, grobsternigen, großkörnigen, feinglimmrigen, stahldichten, hagelbunten, gemengten, mattweißen und blankweißen Roheisen angeführt habe, ist nur in so fern gültig, als man darunter die Veränderungen zu verstehen hat, welche das Roheisen aus bloßen gutartigen Erzen, oder aus Erzen von einerlei Beschaffenheit dadurch erleidet, daß die Größe des Erzsatzes gegen die Kohlen, und die Hitze im Ofen beim Anfange der Campagne, als veränderlich angenommen wird; auch ist dabei vorausgesetzt, daß das Roheisen in großen dicken Stücken, oder in Gänzen, in offnen Sandformen gegossen, daß es in diesen Formen von selbst, ohne Besprengen mit Wasser erkaltet, und daß das Eisen, welches man untersucht, von einem dicken Stück und nicht von einer dünnen Kante abgeschlagen ist. In anderen Fällen wird die Beurtheilung des Eisens nach der Farbe, ob es gaar oder arell erblasen ist, sehr schwankend. Einige Erze geben bei einem sehr geringen Satz schon weißes und hartes Eisen; andere lassen sich so stark aufsetzen, daß die Kohlen sie nur so eben zu schmelzen im Stande sind, und geben dabei doch graues, weiches und dem Ansehen nach gaares Roheisen. Durch Umschmelzen im Ofen oder im Tiegel wird fast alles Eisen weiß. Das mehrste gaare Roheisen verändert durch Gießen in Lehm- oder in Sandformen sein inneres Ansehen, und geht durch alle Abstufungen der Farbe von dem dunkelsten Grau in das vollkommenste Weiß über, je nachdem das Gußstück dicker oder dünner war, und je nachdem das Eisen schneller oder langsamer in der

Form erkaltete. Folgende Versuche verdienen hier eine Stelle.

a. Wenn graues, wirklich gaares Roheisen aus dem Hohenofen in eine von allen Seiten eingeschloßne, kalte, cylindrische und prismatische, einige Zoll dicke Form, besonders in eine eiserne Form von jener Stärke geleitet und nach dem Erkalten zerschlagen wird, findet man, daß das Eisen im Mittelpunkt dunkelgrau, grob und weich ist, sich aber von da mit immer lichterer Farbe, feinerem Korn und größerer Härte bis zur Oberfläche verläuft, welche durchaus weiß und ganz hart seyn kann. War das Roheisen grell, so hat ein solcher Cylinder auf dem Bruch das Ansehen des Spiesglanzmetalls, indem die Strahlen nach dem Mittelpunkt zu convergiren.

b. Wenn gaares Roheisen in eine hohle cylindrische Form von 6 bis 8 Zoll Durchmesser gegossen wird, in deren Mitte man durch einen aufgestellten starken eisernen Kern einen leeren Raum von ein Paar Zollen läßt, wie dies beim Gießen der Kanonen wirklich geschieht, so fällt das Eisen in der Nähe des Kerns stahldicht und härter aus, und nimmt dann bis zur halben Dicke des Cylinders und darüber immer mehr und mehr an Härte und Dichtigkeit ab, fängt aber von dieser halben Dicke bis zur Oberfläche wieder, wie unter a erwähnt worden ist, härter und feiner zu werden an, und zwar in dem Verhältniß, als das Eisen gaar, der Cylinder und der Kern dick und die Form mehr oder weniger kalt waren.

c. Gleiche Quantitäten gaares Roheisen wurden in zwei hessischen Tiegeln in einem Windofen einer gleich starken Hitze ausgesetzt, und als das Eisen in beiden geschmolzen war, goß ich den Inhalt des einen Tiegels in eine offne Roheisenform, den zweiten Tiegel aber ließ ich mit Kohlen bedeckt im Ofen erkalten. Das

aus

egoßne Roheisen, welches die Dicke von $\frac{1}{4}$ Zoll hatte, ar äußerlich und auf dem Bruch ganz weiß, blank, art und spröde geworden. Das im zweiten Tiegel kaltete Eisen hingegen blieb weich und ziemlich zähe nter dem Hammer, ließ sich nur mit Mühe zerschlagen nd hatte dann eben so wie vorher einen körnigen Bruch, ber eine etwas hellgrauere Farbe und ein feineres orn (§. 4.).

d. Wenn das sehr gaare und weiche Eisen tropfenweise in kaltes Wasser gegossen wird, werden die Körer hohl und so spröde, daß man sie zerpulvern kann; as Eisen wird ganz weiß und so hart, daß es in Glas hneidet und in diesem Zustand manchen Stahl an ärte übertrifft.

e. Gaares graues Eisen aus dem Hohenofen, in ünnen Stangen im Sande gegossen, ward ganz weiß, art und spröde; im Einguß hingegen war das Ei- n lichtgrau und ziemlich weich gegen die Feile geieben.

Hält man alle diese Versuche zusammen, so ergiebt ch, daß das Roheisen auch noch aus einer anderen rsache als durch einen starken Erzsatz, nämlich durch as Härten bei einer mehr oder weniger schnellen Abihlung im flüssigen Zustande weiß und hart werden nn. — Das grelle Roheisen hingegen, welches durch nen starken Erzsatz, oder durch die natürliche Beschafnheit des Erzes entstanden ist, läßt sich nicht so leicht eich machen, und nimmt auch nicht so leicht die graue arbe an, sondern bleibt immer weiß, hart und mehr der weniger spröde, man mag es in dicken oder in ünnen Stücken gießen, und langsam oder schnell erlten lassen; es sey denn, daß es mit einem Zusatz von ohlenstaub oder dergleichen umgeschmolzen wird. im §. 4. ist schon Mehreres über die Farbe des Roh-

eisens, auf der Oberfläche und auf dem Bruch und über die Politur desselben vorgekommen.

§. 284. In wiefern sich von dem äußeren Ansehen des Roheisens auf seine inneren Eigenschaften schließen läßt.

Wir haben gesehen, daß man unter gewissen Umständen vom Bruchansehen des Roheisens auf den Erzsatz schließen kann, bei welchem es erblasen ist. Dieses Ansehen giebt dem Frischarbeiter eine Anleitung, wie er seinen Feuerbau einzurichten hat, auch dient es ihm bei seiner Manipulation im Heerde zur Erzeugung des Stabeisens oder Stahls zur sichersten Richtschnur. An einigen Orten in Schweden, vorzüglich in Wermeland, ist deshalb auch die Festsetzung getroffen, daß das Eisen gleich nach dem Abstich und nach dem Erkalten in den Sandformen noch rothglühend in einen beim Hüttenteich angelegten Sumpf gebracht und in demselben durch das frische ab- und zufließende Wasser abgelöscht und gehärtet, und dann vermittelst großer Hämmer in größere und kleinere Stücken zerschlagen wird. Der Käufer sowohl als der Frischer werden dadurch in den Stand gesetzt, die Güte des Roheisens gehörig zu beurtheilen, welches sich bei einiger Uebung auch mit sehr großer Wahrscheinlichkeit auf den Hütten thun läßt, die ihre Erze aus alten, großen, offnen Erzgruben nehmen und daher fast immer ein und dasselbe Erz verschmelzen, so daß alle Abweichungen im Ansehen des Eisens bloß von einem stärkeren oder schwächeren Erzsatz herrühren. Auf den Hütten hingegen, wo man verschiedenartige, gute und ungeartete, roth- und kaltbrüchige Erze mit einander beschickt, und wo die verschiedenen Theilhaber ganz verschiedenartige Erze verschmelzen, lassen sich die Eigenschaften

des

des Eisens nach dem Ansehen im Bruch und nach der Farbe durchaus nicht mit Sicherheit bestimmen, sondern man muß sich erst durch vorher anzustellende Frischversuche belehren, ob das Roheisen bei einem stärkeren oder schwächeren Erzsatz erblasen war, ob es mehr oder weniger leichtflüssig ist, ob es gaar oder roh im Heerde geht, und besonders ob es kaltbrüchig ist oder nicht. Das rothbrüchige Eisen läßt sich an den oben angegebenen Kennzeichen einigermaßen erkennen; das kaltbrüchige Eisen kann aber auf dem Bruch dasselbe Ansehen und dieselbe Farbe zeigen, als das gute Eisen; es kann nämlich hellgrau, feinkörnig, zuweilen hagelbunt, auch ziemlich weich seyn, und eine nicht unbeträchtliche Stärke haben, und doch ein kaltbrüchiges Stabeisen geben.

Hier entsteht nun die Frage: **Welche Roheisenart ist für die reinste zu halten?** Ehe wir diese Frage beantworten, müssen wir festsetzen, was man eigentlich unter dem reinsten Eisen versteht. Ohne Zweifel ist das Metall das reinste, welches die wenigsten und fast gar keine fremden Beimischungen enthält, und welches daher das größte specifische Gewicht besitzt. Diesen Begriff von Reinheit zum Grunde gelegt, muß das weiße und grelle Roheisen aus Quicksteinerzen das reinste seyn, weil es das größte specifische Gewicht besitzt (§. 24, 5.) und weil es bei der Auflösung in Säuren den geringsten fast ganz unbedeutenden fremdartigen Rückstand oder reißbleiartige Substanz (§. 228, 7.) zurückläßt, folglich am mehrsten metallisirt seyn muß. Dies bestätigen auch die Versuche über die Verwandlung des Roheisens in geschmeidiges Eisen durch bloßes langsames Glühen (§§. 265, 292, 293.), indem das weiße harte Roheisen auf diese Art sowohl mit Zusätzen als ohne sie vollkommen geschmeidig wird, welches bei dem grauen, reißbleiartigen Roheisen nicht der Fall ist.

§. 285.

§. 285. Welche Erze mehr geneigt sind, graues oder weißes Roheisen zu geben.

Ich habe vorhin bemerkt, daß die graue und die weiße Farbe des Roheisens bei dünnen gegoßnen Stükken zuweilen bloß eine Folge des langsameren oder schnelleren Erstarrens seyn kann. Es giebt indeß einige Eisenerze, die immer graues Roheisen geben, und andere, aus denen man auch in dicken Gänzen nie anderes als weißes Roheisen erhält, wenn man auch nur halb so viel Erz setzt, als die Kohlengichten zu tragen im Stande sind. Diese weiße Farbe läßt sich weder durch langsames Abkühlen, noch auf andere Art verhindern, und daher muß der Grund in der natürlichen Beschaffenheit der Erze liegen.

Wir haben §§. 277. 278. gesehen, daß die verschiedenen Arten des Stahls ungleiche Grade der Glühhitze zum Härten erfordern, und daß die eigentliche Geschicklichkeit beim Härten darin besteht, daß man Uebung genug besitzt, den niedrigsten Grad des Glühens zu beurtheilen, den jede Stahlart zum Härten erfordert, indem der Stahl darin eine sehr große Verschiedenheit zeigt. Der weichste Stahl oder Stabeisen (§. 268.) bekommt erst dann Härte, wenn er vor dem Ablöschen bis zur Schmelz- oder Weißglühhitze erhitzt worden ist, weicher Stahl erfordert eine lichtrothe Glühhitze, harter Brennstahl die Rothglühhitze und der härteste Gußstahl darf nach den verschiedenen Graden seiner Härte zulezt nur bis zum niedrigsten Grad des rothbraunen Glühens erhitzt werden. Eben so scheint es sich auch mit den Roheisenarten zu verhalten. Das graue gaare Roheisen läßt sich im Wasser eben so härten als Stahl, es muß aber bis zum lichtrothen Glühen oder bis zum Weißglühen erhitzt werden, und nimmt daher den höchsten Grad der Hitze an, wenn man es in tropfbar flüssiger Gestalt im

Was-

Wasser ablöscht. Das weiße Roheisen wird schon in den Sandformen gehärtet; jedoch hängt dies alles vorzüglich von der Beschaffenheit der Erze ab, aus denen das Roheisen erblasen ist.

Aus der Erfahrung läßt sich im Allgemeinen die Regel annehmen, daß aus allen Erzen, die bei einem mäßigen Erzsatz weißes Eisen zu geben geneigt sind, oder daß aus allen Roheisenarten, welche ohne schnelles Abkühlen oder Härten eine weiße Farbe behalten, beim Frischproceß Stahl erfolgt, und daß sie daher zur Stahlbereitung mehr oder weniger brauchbar sind, je nachdem sie jene Eigenschaft in einem höheren oder geringeren Grade besitzen. Ich will daher ganz kurz die Erze nennen, die beim Verschmelzen geneigter sind, weißes oder graues Roheisen zu geben:

1. Weißes Roheisen.

a. Alle Quickſteinerze, wohin vorzüglich die weißen Eisenerze gehören, die man in Bergman's Opusc. T. II. S. 184-230. aufgezeichnet findet, und welche einen merklichen Gehalt an Braunstein haben (Vergl. §. 207. von Cronstedt's Mineralogie).

b. Alle Erze, die durchaus oder stellenweise sehr innig mit Kalk verbunden sind, der mit Scheidewasser wenig oder gar nicht aufbraust und die beim Rösten im gelinden Feuer oder mit der Zeit an der freien Luft schwarz werden, und sichtbar schwarzen Braunstein eingesprengt enthalten.

c. Alle Erze, die Eisengranaten bei sich führen, oder rothes, braunes oder gelbes Granatgestein eingesprengt enthalten.

d. Diejenigen Erze, die viel grünen Schörl enthalten.

e. Alle rothbrüchige und frischgehende Erze, die, wenn auch nicht sichtbaren Schwefelkies, doch wenigstens

stens etwas Schwefelsäure bei sich führen, welche sich beim Rösten, oder durch starkes Glühen mit Kohlenstaub, durch den Geruch zu erkennen giebt; Erze, die an der Luft rosten, die beim Kalciniren am Gewicht mehr zunehmen als verlieren, und dann schwächer als vorher vom Magnet angezogen werden; oder mit einem Wort alle quickstein- oder retraktorischen Erze, die im §. 212, a. von Cronstedt's Mineralogie aufgeführt sind.

f. Rohe und schlecht geröstete Erze, welche dann zugleich noch mehr üble Folgen beim Ofenbetrieb bewirken.

2. Graues Roheisen.

Alle die sogenannten Dürrsteinerze, die Cronstedt im §. 203. seiner Mineralogie anführt, und die gewöhnlich eine lichtgraue Eisenfarbe haben; Erze, welche im rohen oder ungerösteten Zustande schwach vom Magnet gezogen werden, die beim Reiben gegen einander, oder mit Stahl, ein röthliches Pulver geben, und welche endlich mit gehörigem Fluß beschickt, den stärksten Erzsatz im Ofen vertragen, geben dann ein graues und gaares Roheisen, wenn das Eisen nicht in zu dünnen Formen, oder in Wasser gegossen und dadurch zu schnell zum Erstarren gebracht oder gehärtet wird. Dieses graue Roheisen giebt auch im Frischheerd lieber Stabeisen als Stahl, wogegen das weiße Eisen von der eben angeführten Art eine mehr stahlartige Beschaffenheit hat (§. 259. und Cap. 2. §. 5. meiner Abhandlung über die Verfeinerung des Eisens und des Stahls).

§. 286. Von den zu den Gußwaaren erforderlichen verschiedenen Eigenschaften des Roheisens.

Das Roheisen läßt sich bekanntlich, ohne es in Stabeisen oder in Stahl zu verwandeln, in tropfbar flüssiger Gestalt durch das Gießen in Formen zu unzähligen Zwecken verwenden, zu denen aber ganz verschiedenartige und dem jedesmaligen Zweck angemessene Eigenschaften erfordert werden, so daß man eine genaue Kenntniß von dem Verhalten der Eisenerze und des Roheisens besitzen, den Ofen gehörig zuzustellen und das Gebläse vorsichtig zu behandeln wissen muß. Im Allgemeinen ist hierbei folgendes zu bemerken:

1. Zu allen Gußwaaren muß das Eisen leicht- und dünnflüssig seyn, fast wie Wasser, damit es alle Eindrücke der Form annehmen kann. Es darf nicht breiartig oder schäumend, sondern es muß mild und ruhig fließen; es darf nicht zu heftig erstarren, sondern muß nach dem Erkalten einen dichten Bruch haben, auch dürfen keine Höhlungen oder Gallen zum Vorschein kommen; die Oberfläche muß gleichförmig und glatt seyn, und es darf sich weder reißbleiartige noch eine rothe schuppige Substanz (kalcinirter Gaarschaum) auf derselben zeigen, welche die Oberfläche des Eisens bedeckt, sich in den Erhabenheiten oder Vertiefungen der Verzierungen festsetzt, und dadurch zum Mißrathen der Waaren Veranlassung giebt. Beim offnen Sandguß oder bei dem sogenannten Heerdguß, darf die obere Fläche weder hohle Blasen noch schaumige Erhöhungen bekommen; das Eisen muß weder zu hitzig und zu fressend seyn und die Formen angreifen, noch darf es stark schwinden oder sich zusammenziehen, auch muß es sich beim Erstarren, wenn es in dünnen Platten gegossen ist, eben so wenig krumm und windschief ziehen, als es in dickeren Formen gegossen, z. B. in Kugelgestalt, Kantenbrüche und Querrisse erhalten darf.

Altes

Alles Eisen, welches in Stücken, die nicht über $\frac{1}{4}$ Zoll dick sind, auf dem Bruch eine lichtgraue Farbe hat, welches feinkörnig und stahldicht ist, dem Hammer mit ziemlicher Stärke widersteht, alle die vorhin angeführten Eigenschaften besitzt, und von den gerügten Fehlern frei ist, kann man im Allgemeinen als ein zu solchen Sachen, die einen starken Widerstand zu leisten haben, zu Kanonen, großen Kesseln, Grapen Tragleisen u. s. f. brauchbares Eisen ansehen, auch ist es zu allen Gußwaaren, zu verzierten Sachen, Blumentöpfen, Bilderrahmen, Oefen mit Bildhauerarbeit u. s. f., die eine weitere Bearbeitung und Vollendung mit dem Bohrer, Meißel, mit der Feile und mit der Raspel erfordern, und wobei das Roheisen nicht allein nicht härter, sondern sogar noch weicher seyn muß, als das geschmeidige Eisen, welches letztere nur in Rücksicht der Zähigkeit den Vorzug hat, sehr gut zu gebrauchen.

2. Wenn von dem Roheisen außer der Stärke aber auch noch eine bedeutende Härte gefordert wird, z. B. bei der Anwendung desselben zu Walzen für Bandeisen, zu Schmiedeamboßen, zu Kanonenkugeln, so hat das weiße und etwas grelle Roheisen den Vorzug, in sofern die Härte des Eisens nicht mit der Sprödigkeit verbunden ist. Walzen erfordern vorzüglich ein sehr gutes weiß und grau gesprenkeltes Roheisen von ziemlicher Härte, so daß es sich zwar durch sehr scharfe stählerne Schneiden noch abdrehen läßt, aber zugleich die größtmöglichste Stärke, und inwendig sowohl als äußerlich den höchsten Grad der Dichtigkeit besitzt *).

Die

*) Walzen müssen von keinem gesprenkelten Roheisen gegossen werden; dies macht weiche und harte Stellen, und verursacht, daß sich an den weichen Stellen Löcher eindrücken. Gleichartiges weißgraues, dichtes, dem Stahl ähnliches Roheisen, welches hart und fest ist, und sich dabei doch drehen läßt, ist zum Walzenguß am brauchbarsten.

Die Schmiedeamboße müssen nicht allein außerordentlich hart seyn, sondern auch den starken Schlägen, denen sie vom Frischhammer ausgesetzt sind, widerstehen können. Zu den Kugeln wird hartes Roheisen erfordert, theils weil das harte oder grelle Roheisen specifisch schwerer ist als das gaare, folglich eine größere Schußweite erreicht, theils weil die harten Kugeln beim Breschеschießen gegen steinerne Mauern bessere Dienste thun. Auch für Bomben und Granaten scheint das harte Eisen deshalb besser zu seyn, weil es leichter in mehrere Stücken springt; weil diese Art von Munition aber hohl seyn muß, so ist man mehrentheils genöthigt, weniger grelles Roheisen zu nehmen, um wegen der Lehmkerne nicht zur Entstehung von Blasen Anlaß zu geben.

3. Zu gewissen Zwecken muß das Roheisen lange der Wirkung der Hitze ausgesetzt seyn können, ohne bald zu schmelzen oder schnell zu verbrennen. Z. B. zu Oefen, Retorten, Schmelztiegeln, Schwefelretorten, Scheidewasserkruken, Schürlochfuttern bei den Glüh- und Windöfen, Kochplatten, Dreifüßen u. s. f.

4. Im höchsten Grade dicht und fein muß das Roheisen zu allen feineren Arbeiten seyn, die hernach adoucirt oder auf der Oberfläche so weich gemacht werden sollen, daß sie eben so, als wenn sie aus geschmeidigem Eisen gemacht wären, mit dem Grabstichel, mit dem Meißel und mit der Feile bearbeitet oder ciselirt werden können; ferner auch zu den Waaren, die durch Glühen gänzlich in Stahl oder in weiches Eisen verwandelt werden sollen (§. 89.), und bei denen man eine gewisse Politur verlangt. Zu allen diesen Zwecken muß das Roheisen weiß und hart seyn, ohne jedoch bei einem zu starken Erzsatz im Hohenofen erblasen zu seyn.

5. Ei-

5. Eisen, welches zu Grapen, Schwefelretorten und Scheidewasserkruken gebraucht wird, darf nicht leicht von Säuren angegriffen werden, weil die ersteren sonst die säuerlichen Speisen und die Pflanzensäfte, die man darin kocht, schwarz färben, und die letzteren von der starken Vitriol- und Salpetersäure zu schnell zerstört werden.

§. 287. Wie das Roheisen die den verschiedenen Gußwaaren entsprechenden verschiedenartigen Eigenschaften erhalten kann.

Wir haben eben gesehen, wie das Roheisen zu den verschiedenen Gußwaaren beschaffen seyn muß, und deshalb will ich jetzt zeigen, durch welche Mittel es die zu dem jedesmaligen Zweck erforderlichen Eigenschaften erhalten kann.

1. Wie das Roheisen die Eigenschaften bekommt, durch welche es im Allgemeinen zu Gußwaaren brauchbar wird. In der Regel ist nur das Roheisen zu Gußwaaren anwendbar, welches einen hellgrauen feinkörnigen Bruch hat, folglich mehr gaar als grell ist. Ein solches Eisen erhält man, wie ich schon angeführt habe, durch Verschmelzen einiger Erze, wohin vorzüglich die Dürrsteinerze oder die blutsteinartigen Eisenerze gehören. Weil diese Erze aber gewöhnlich zur Entstehung von vielem Gaarschaum Anlaß geben, so muß man sie mit solchen Quicksteinerzen beschicken, welche jene reißbleiartige Substanz verzehren. Dies thun alle rothbrüchigen und die vorhin (§. 285, 1.) genannten Erze, welche gern grelles Eisen geben; vor allem anderen aber diejenigen Quicksteinerze oder retraktorischen Eisenerze, welche rothes Granatgestein eingesprengt enthalten. Wenn man davon nur einen kleinen Theil, etwa $\frac{1}{6}$, zur Beschickung nimmt, so hat man vom

Gaar-

Gaarschaum nichts weiter zu befürchten, sondern man erhält ein zu Gußwaaren vorzüglich brauchbares Eisen, welches die Form ganz vorzüglich gut ausfüllt, und alle die guten Eigenschaften, so wie auch die zum Kanoneneisen erforderliche Stärke besitzt, wovon ich vorhin (§. 286, 1.) geredet habe. Unter den Dürrsteinerzen giebt es indeß einige Arten, aus denen man zwar graues und leichtflüssiges aber auch zugleich etwas sprödes Eisen erhält, welches daher zum Kanonenguß nicht brauchbar ist. Hierzu verschmelzt man am besten bloß solche gutartige Quicksteinerze, die zwar keinen sichtbaren Schwefelkies bei sich führen, welche aber doch geneigt sind, im Frischheerd ein etwas rothbrüchiges Stabeisen zu geben. Durch einen mittelmäßig starken Erzsatz und durch gehöriges Rösten der Erze bekommt man dann ebenfalls ein hellgraues und feinkörniges Roheisen, welches in der Regel mehr Stärke besitzt, als das Eisen aus den bloßen Dürrsteinerzen.

Wenn man keinen starken Erzsatz führt und den Gang des Ofens so einrichtet, daß er noch immer Erz fordert, zeigt sich gewöhnlich das Kennzeichen des gaaren Eisens, nämlich der Eisenglimmer. In geringer Quantität ist dieser Gaarschaum nicht schädlich, sondern beweist vielmehr, daß das Eisen beim Guß fein ausfallen wird und daß es nicht zu hart ist; wenn der Gaarschaum aber so zunimmt, daß er sich zum Theil zu einer röthlichen Substanz kalcinirt, und daß er dem reinen Auslaufen der Verzierungen hinderlich seyn würde, pflegt man sich dadurch zu helfen, daß man etwas mehr Quicksteinerz zur Beschickung nimmt, wobei man indeß sehr vorsichtig verfahren muß. Der Hohenofenmeister muß also darauf sehen; daß sich der Ofen in einem mittelmäßig hitzigen Gang befindet; daß die Erzgichten so eingerichtet sind, daß das Eisen zwischen grau und halbirt ausfällt; daß man den Erzsatz

zwar

zwar nach Umständen erhöhen, aber selten oder nie von den Kohlengichten abbrechen kann, vorzüglich wenn man mürbe oder schlecht gebrannte Kohlen von jungem Holz verarbeiten muß; daß guter Kalkstein zum Zuschlag angewendet und davon nur so viel genommen wird, als nöthig ist, um eine leichtflüssige Schlacke hervorzubringen; daß die Gichten nicht zu schnell niedergehen und daß nicht mehr Gichten an einem Tage getrieben werden, als der Ofen zum Füllen erfordert, daß die Zustellung und die Leitung des Windstroms so eingerichtet ist, daß ein dünn- und leichtflüssiges Eisen erfolgen muß, welches sich auch durch ein hohes Obergestell (Rast) bewirken läßt; daß das Eisen nicht zu lange im Gestell bleibt, und daß überhaupt alle die Maaßregeln ergriffen werden, welche für jeden Fall zur Darstellung eines zum Gießen brauchbaren Eisens erforderlich sind, auf deren Ausübung eigentlich die Geschicklichkeit des Hohenofenmeisters beruht.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß diejenigen Hütten, welche Gelegenheit haben, mittelmäßig reiche und gutartige, vorzüglich solche Quicksteinerze zu verschmelzen, welche Schörl, Glimmer, Hornblende, etwas Quarz, Granatgestein oder Kalk bei sich führen, mehrentheils das stärkste Eisen für den Kanonenguß liefern. Sehr reiche, frischende und rothbrüchige Erze geben ein zu hartes undichtes Eisen, welches viele Gallen enthält. — Außer der guten Beschaffenheit des zum Vergießen bestimmten Eisens trägt es zur Sauberkeit der Gußwaaren auch sehr viel bei, wenn die Formen aus gutem Lehm gemacht sind, der durch eine so große Menge von Roheisen als zu einer Kanone nöthig ist, weder schmelzt noch ausgewaschen wird, und daß die Form durch den Zusatz von gutem Sand nach dem Brennen recht locker ausfällt, um dadurch alle Luftblasen, Gallen und das Aufkochen des Eisens zu vermeiden. Die Erfahrung

hat

hat gezeigt, daß die Oberfläche der Gußwaare recht sauber und glatt ausfällt, und daß das Eisen nicht so sehr in den Lehm einfrißt, wenn man zum inwendigen Schlichten der Form, außer Thonwasser und feingesiebtem Kohlenstaub von Birkenkohlen (welche Tünche man gewöhnlich anwendet), noch ziemlich viel fein geriebenes und gesiebtes Reißblei mit einrührt. Es wäre sehr zu wünschen, daß man den Sandguß allgemeiner zu machen suchte, weil die Gußwaaren schöner ausfallen, und weil das Verfahren weit wohlfeiler ist.

Aus der vorhin angeführten Eigenschaft des gaaren Roheisens (§. 283.), daß es sich beim Gießen durch die Formmasse an der äußeren Fläche bis zu einem gewissen Grad härtet, und dadurch feiner und härter wird, aber nach dem Mittelpunkt zu in demselben Grade, als die Masse dick ist, wieder an Feinheit und Härte abnimmt, geht unläugbar hervor, daß das Eisen in einem vollen Cylinder in der Mitte oder nach der Richtung der Achsenlinie am grobkörnigsten, am dunkelsten gefärbt und am weichsten ausfallen muß. Hieraus entsteht die natürliche Folge, daß sich die Seele des Geschützes, nach der jetzigen Methode zu gießen, leicht ausbohren läßt, und daß in derselben selten Höhlungen oder Gallen zum Vorschein kommen, die sich kaum vermeiden lassen, wenn der Kugellauf oder die Seele durch das Gießen über einer mit Thon bestrichenen Kernstange gebildet werden muß. Erfahrungen sollen jedoch ergeben haben, daß die Kanonen, welche über einer Kernstange gegossen sind, deren Seele daher dadurch etwas gehärtet worden ist, weiter und schärfer schießen, als die aus dem vollen gegossenen Geschütze, und daraus würde folgen, daß ein Geschütz desto vorzüglicher ist, je härter das dazu angewendete Eisen war, in so fern es nämlich auch zugleich die erforderliche Stärke behält, und in dieser Rücksicht wäre das ältere Verfah-

fahren beim Gießen der Kanonen nicht zu verwerfen. — Wie der Guß über einer Kernstange bewerkstelligt werden, und wie die Kernstange eingerichtet seyn muß, damit keine Gallen entstehen und das Eisen den höchsten Grad der Feinheit erhält, darüber sind unzählige größtentheils fruchtlose Versuche angestellt worden. Das größte Hinderniß besteht ohne Zweifel darin, daß die geschmiedete Kernstange, welche die Seele bilden soll, nothwendig mit Thon beschlagen seyn muß, daß dieser Thonüberzug nicht stark genug gebrannt und daß er zugleich mit der Kernstange nicht heiß genug in die Kanonenform hinein gesetzt werden kann, welches alles durchaus erfordert wird, wenn keine Blasen oder Gallen durch die Luft und durch die Dämpfe entstehen sollen, die sich aus dem nicht gehörig getrockneten Thonüberzug entwickeln, welcher außerdem nach dem Brennen oft wieder erkalten muß und dadurch Gelegenheit erhält, neue Feuchtigkeit anzuziehen, ehe die Kernstange eingesetzt werden kann. Der einzige Kunstgriff, dessen man sich bedienen kann, um wenigstens die Pulverkammer blasenfrei zu machen, besteht darin, daß man die Kernstange an jener Stelle aus einem Roheisencylinder bestehen läßt. Ließe sich ein solcher Cylinder von der ganzen Länge der Seele machen, so scheint dem Uebel abgeholfen zu seyn; die Ausführung würde indeß große Schwierigkeiten haben. Der Raum gestattet es mir nicht, diesen Gegenstand umständlicher zu verfolgen.

2. Beim Gießen der **Walzen** und solcher Gußwaaren, die ein hartes festes Eisen erfordern, findet dasselbe statt, was ich eben von der Beschaffenheit des Kanoneneisens angeführt habe. Das Eisen muß nämlich aus guten Quicksteinerzen bei einem mäßigen Erzsatz erblasen seyn, so daß es beim Zerschlagen in dicken Stücken in der Mitte grau und weiß und an der Oberfläche weiß erscheint. Der Guß gelingt am besten in

Sand-

Sand- oder in Lehmformen, wenn die letzteren, nach **Polhem's** Vorschrift, aus einem einzigen Stück gemacht und dann mit Kohlenstaub und Reißblei gut geschlichtet werden. In eisernen Formen, oder in sogenannten eisernen Schaalen, wird das Eisen auf der Oberfläche zu undicht und zu hart, und bekommt inwendig Blasen, wodurch die Haltbarkeit der Walzen verdächtig werden kann. — Das umgegossene Eisen hat eben diese Fehler (§. 24, 6.).

Schmiedeamboße und Stabhämmer erfordern das härteste Eisen, welches sich nur darstellen läßt, aber auch zugleich ein starkes festes Eisen, welches man am besten durch Verschmelzen rothbrüchiger Erze, die Schörl, Quarz und Granaten eingesprengt enthalten, oder aus guten Quicksteinerzen erhält, die in solcher Quantität aufgesetzt werden müssen, als der Ofen, ohne übersetzt zu werden, nur tragen kann. Man gießt daher auch solche Sachen nicht gern früher als beim Schluß einer Campagne. Der Guß geschieht mit den wenigsten Umständen im Sande, und nur gegen die Bahn des Amboßes oder des Hammers wird ein Stück Roheisen gelegt, welches mit einem Gemenge von Lehm und Sand bestrichen, stark gebrannt und mit einer Schlichte überzogen ist. Wenn man beim Einformen so verfährt, daß der untere Theil der Form die Bahn ausmacht, so fällt das Eisen dort stärker und dichter aus, als im oberen Theil der Form, der den Fuß des Amboßes bildet. Man hat zwar auch den Versuch gemacht, alte schadhafte Amboße von Roheisen im Frischheerd durchzulassen, und aus dem erhaltenen Eisen neue zu gießen; der Guß fiel auch gut aus, und das umgegoßne Roheisen blieb hart und weiß; allein es besaß doch nicht die Härte und Festigkeit, den Hammerschlägen so lange zu widerstehen, als das unmittelbar aus dem Hohenofen abgestochene, aus zweckmäßi-

mäßigen Erzen erblasene Roheisen, auch hielt es zu Walzen nicht lange genug aus. Eben so zeigte auch das Roheisen, welches im Flammofen bei Steinkohlen umgeschmolzen und in Sand- oder Lehmformen gegossen ward, besonders mit bewaffnetem Auge, auf dem Bruch sehr viele feine Löcher, die offenbar eine Sprödigkeit und geringe Haltbarkeit zur Folge haben müssen *).

Zum Gießen der Kanonenkugeln würde ein solcher Erzsatz im Ofen und Eisen aus solchen Erzen, als ich eben für die Amboße genannt habe, wegen des großen specifischen Gewichts und wegen der bedeutenden Härte des Eisens sehr gute Dienste thun; nur muß das Eisen nicht so übersetzt oder so rothbrüchig seyn, daß es springt. Umgeschmolzenes Eisen und eiserne Schaalen scheinen für diese Gußwaaren sehr anwendbar zu seyn. Wie sehr das Ausdehnen und Schwinden des Eisens, so wie das schnellere oder langsamere Erkalten desselben beim Guß, berücksichtigt werden muß, habe ich schon oben (§§. 46. 47.) bemerklich gemacht.

3. Um dem Eisen die Eigenschaft zu geben, daß es nicht leicht verbrennt, muß man die Beschickung aus guten Dürrsteinerzen bestehen lassen, und den Erzsatz so stark als möglich einrichten, wobei das Eisen aber noch grau bleiben muß. Die Versuche mit Retorten bei der Zinkdestillation haben ergeben, daß eine aus rothbrüchigem und sehr gaarem Roheisen gegoßne Retorte, bei dem behutsamsten Feuern, kaum eine einzige Destillation aushielt, ohne zu schmelzen; wogegen eine eben

*) Die feinen Löcher können nicht im Eisen gelegen haben, sondern sie müssen durch die Form verursacht seyn, die nicht gehörig ausgetrocknet war. Auch kann die zu hohe Temperatur des Eisens aus dem Flammofen dazu beigetragen haben, wenn diese nämlich bedeutend höher war, als das zum Trocknen der Form angewendete Feuer, mithin noch Feuchtigkeit blieb, die sich in der erhöhten Temperatur aus der Form entwickelte.

eben solche Retorte aus guten Dürrsteinerzen von Gräsberg in Grangerde, ohne Spüren von angefangener Schmelzung, zu mehreren Destillationen gebraucht werden konnte, obgleich der Grad der Hitze noch weit stärker war. Es geht daraus hervor, daß das Roheisen aus Quicksteinerzen, es mag gaar oder grell seyn, in einem geringeren Grad der Hitze schmelzt, und auch in der Glühhitze stärker verbrennt, als das Eisen aus Dürrsteinerzen. — Eiserne Stubenöfen, die aus rothbrüchigen Erzen gegossen sind, verbreiten gewöhnlich einen unangenehmeren Dampf im Zimmer, so daß das Eisen aus Dürrsteinerzen auch hierzu am vorzüglichsten ist.

4. Roheisen, welches zu solchen Arbeiten gebraucht werden soll, die, nach Reaumur's Methode, durch Cementiren in Knochenasche oder in Kreide adoucirt werden und dadurch eine weiche Oberfläche erhalten sollen, kann durchaus nur, wie ich auch schon gezeigt habe (§. 89, 1. 2.), weißes Eisen, oder vielmehr solches Eisen seyn, welches durch schnelles Abkühlen in einer kalten Form, oder durch Umschmelzen im Tiegel weiß wird. Roheisen hingegen, welches durch einen zu starken Erzsatz, oder durch Verschmelzung von rothbrüchigen Erzen mit einer weißen Farbe unmittelbar aus dem Hohenofen kommt, pflegt oft undichte und eben so, wie das bei Steinkohlen im Flammofen umgeschmolzene Roheisen, voll Höhlungen zu seyn *). Das

*) Aus Flammöfen ist das Roheisen ungleich dichter als das aus den Cupolöfen, oder unmittelbar aus dem Hohenofen gegoßne Eisen, doch scheint es, daß auch viel darauf ankommt, ob es, um zur Form zu gelangen, über eine harte feuchte Erde, oder über eine lockere weglaufen muß und daß dies oft die Ursache ist, wenn Dämpfe im Eisen bleiben, die dann, wenn sie nicht elastisch genug sind, oder wenn sich das Eisen nicht lange genug flüssig erhielt, mit in die Form kommen und Blasen verursachen.

Das beste Eisen zu jenem Zweck erhält man aus guten Dürrsteinerzen, welches im Tiegel umgeschmolzen und in einer Lehmform gegossen, durch schnelles Erstarren in dünnen Stücken eine weiße Farbe erhält, obgleich es unmittelbar aus dem Hohenofen mit einer grauen Farbe abgestochen ward. Man muß indeß solches Roheisen zum Umgießen wählen, welches in groben Stücken einen feinkörnigen Bruch, eine lichtgraue Farbe und das Ansehen des ungehärteten Stahls hat. Uebrigens habe ich schon vorhin dargethan, daß das weiße Eisen in der Regel ein größeres specifisches Gewicht hat, und daß es weniger reißbleiartige Substanz enthält, folglich eine größere Metallität besitzt, dichter ist, und das überflüssige Phlogiston schneller verliert, oder durch die Wirkung des Feuers eher weich wird, als das graue Roheisen, bei dem sich sehr deutlich undichte Stellen bemerken lassen, und welches ein geringeres specifisches Gewicht besitzt, seinen Gehalt an Reißblei auch nicht so leicht fahren läßt.

5. Soll das Roheisen die Beschaffenheit haben, den Angriffen der Säuren, z. B. der Pflanzensäure beim Kochen der Speisen in eisernen Grapen, oder der mineralischen Säuren bei der Destillation derselben aus eisernen Retorten möglichst zu widerstehen, so darf ich nur auf das oben (§§. 219. 232.) von dem ungleichen Verhalten der verschiedenen Eisenarten beim Beizen und beim Auflösen in Säuren Angeführte verweisen, woraus hervorgeht, daß die Vitriolsäure von dem grauen Roheisen in derselben Zeit $22\frac{1}{2}$ Procent auflöst, in welcher sie von dem weißen, harten und umgeschmolzenen Eisen nur $2\frac{2}{3}$ Procent aufnimmt, und daß die Salzsäure von dem grauen Roheisen 24 Procent auflöst, während das weiße, harte und umgeschmolzene Roheisen aus denselben Erzen nur 1 Procent verliert. Mit der Salpetersäure ist das Verhalten dieser beiden

Roh-

Roheisenarten zwar nicht so bedeutend verschieden (§. 228.); man kann es jedoch als eine allgemeine Regel ansehen, daß sich das harte, dichte und weiße Roheisen am schwersten in Säuren auflöst (§. 296.). Indeß muß ich hier ebenfalls bemerken, daß ich unter weißem Roheisen nicht das weiße und harte Eisen beim übersetzen Gang des Ofens verstehe, weil sich dieses schlecht gießen läßt, dick und breiartig fließt und Höhlungen und Blasen veranlaßt; auch nicht das Eisen aus rothbrüchigen Erzen, welches mit einer weißen Farbe aus dem Hohenofen abgestochen wird, indem es die eben angeführten Fehler gleichfalls besitzt und noch überdies zum Springen der Gußwaaren, so bald sie aus der Form genommen werden, Anlaß giebt (so wie überhaupt das rothbrüchige Eisen zu jenem Behuf sehr wenig zu empfehlen ist, weil es im gaaren Zustande die Speisen in den Grapen schwärzt und von den Säuren am stärksten aufgelöst wird), sondern solches Eisen, welches entweder aus gutartigen oder aus etwas kaltbrüchigen Erzen erblasen und bei einem mittelmäßig starken Erzsatz in dünnen Stücken leicht gehärtet wird. Unter den gutartigen Erzen hat man diejenigen am besten gefunden, welche Granatgestein, grünen Schörl und Kalk, der mit der Zeit an der Luft schwarz wird, bei sich führen. Unter den kaltbrüchigen Erzen giebt es einige erdartige Erze, die zu solchen Gußwaaren vorzüglich anwendbar sind, wovon die französischen Grapen ein Beispiel geben. Unsere schwedischen Wiesenerze würden ohne Zweifel dieselben Dienste thun. Das Grängererz aus der sogenannten Siebensterngrube giebt ebenfalls sehr gutes Eisen, und alles Eisen, welches durch schnelles Abkühlen in der Form oder auf andere Art, ohne sonst eine fehlerhafte Beschaffenheit zu bekommen, weiß wird, besitzt die erwünschte Eigenschaft. Dies läßt sich durch Umgießen des Roheisens im Flammofen, oder in Tiegeln, aber nicht so

zuverlässig als durch Umschmelzen des Eisens in kleinen Oefen mit Holzkohlen bewerkstelligen.

Weiter unten, bei der Darstellung des Verhaltens des Roheisens im Feuer und in der Schmelzhitze (§§. 292. 294.), werde ich wieder auf diesen Gegenstand zurückkommen. Hier muß ich nur bemerken, daß das weiße und umgeschmolzene Roheisen zwar den Vorzug besitzt, weniger von den Säuren angegriffen zu werden, und daß die aus demselben gegoßne Grapen daher die Speisen nicht so leicht schwärzen; daß dagegen aber die daraus angefertigten Gußwaaren spröder ausfallen und zerbrechlicher sind. Wenn man die aus grauem und gaarem Roheisen angefertigte Grapen recht vorsichtig behandelt, so schwärzen sie die Speisen ebenfalls nicht (§. 17, i.). Das bekannte Verfahren, neue Grapen mit frischem Fett warm einzuschmieren und das Fett in einem erwärmten Backofen so lange einbrennen zu lassen, bis es nicht mehr riecht, ist ein gutes, befolgenswerthes Mittel, um das Schwärzen zu vermindern. Auch muß man die Grapen dann inwendig nie mit Sand rein scheuern, sondern sie nur mit heißem Wasser ausschweifen, mit einem scharfen Knochen auskratzen und dann trocken wegstellen, ohne einen Tropfen Wasser zurückzulassen. — Große Kessel müssen nothwendig immer aus grauem und gaarem Eisen gegossen werden, theils damit der Guß sicherer gelingt und zierlicher ausfällt, theils damit das Eisen die zu so großen Stücken beim Gebrauch nöthige Stärke und Härte bekommt.

§. 288. Vom Gewicht des Roheisens.

In der zweiten Abtheilung (§. 24.) ist bereits angeführt worden, daß das specifische Gewicht der verschiedenen Roheisenarten sehr verschieden ist; ja es geht

aus

aus einigen dort mitgetheilten Angaben sogar hervor, daß es Roheisenarten giebt (vorzüglich solche, die durch zugeschlagene Flüsse aus den Erzen ausgebracht werden), welche in Rücksicht ihres specifischen Gewichts dem schwersten Stabeisen nicht nachstehen. Diese Erscheinung bestätigt den aus anderen Gründen bewiesenen Satz, daß die Sprödigkeit des Roheisens und manche andere Eigenschaften desselben keinesweges in beigemengten fremdartigen leichteren schlackenartigen Theilchen, wie Mehrere behaupten wollen, ihren Grund haben können. Wenn man aber eine Mittelzahl von dem Gewicht mehrerer Roheisenarten nimmt, so beträgt das mittlere specifische Gewicht des Roheisens nur 7,251, wogegen das des Stabeisens 7,700 ist. Diese kleine Differenz wird bloß durch das sehr gaare Roheisen bewirkt, weil dieses das leichteste unter allen ist und aus glänzenden, schuppigen, reißbleiartigen Theilen besteht, die sehr viele kleine Oeffnungen und Zwischenräume bilden, folglich Veranlassung geben, daß in einem und demselben Raum weniger metallische Substanz, als bei dem dichteren Eisen vorhanden ist. Mehrere vergleichende Versuche haben mir folgende Resultate gegeben.

a. Halbirtes, theils weißes, theils hagelbuntes Roheisen aus gutartigen, etwas zum Rothbruch geneigten Quicksteinerzen, von Persberg in Wermeland, von Sicksiöberg, Hundbö und aus der Kärrgrube in Westerberg hatte im mittleren Durchschnitt ein specifisches Gewicht von 7,670.

b. Grelles Roheisen aus denselben Erzen, welches eine weiße Farbe und einen recht dichten Bruch besaß, hatte ein Gewicht von 7,600.

c. Hellgraues feinkörniges Roheisen aus Dürrsteinerzen von Gräsberg und Norberg, wog 7,050.

d. Dun-

d. Dunkelgraues, grobsterniges, sehr gaares Roheisen vom Anfang der Campagne aus denselben Erzen, wog 7,000.

e. Graues, grobkörniges, aus Smäländischen Wiesenerzen erblasenes Roheisen, wog 6,800.

f. Weißes Eisen aus sehr wenig gerösteten Hundsböer Erzen von Vorrberk, welches gutartige Quicksteine sind, die mit gelbem Speckstein oder Serpentin zusammen vorkommen, wog 7,747.

g. Aehnliches Eisen aus denselben Erzen, die aber sehr stark geröstet und zum Theil verschlackt waren, wog 7,495.

§. 289. Von den Ursachen des verschiedenen specifischen Gewichts des Eisens.

Die Ursachen der Verschiedenheit des specifischen Gewichts des Roheisens können theils in der Beschaffenheit der Erze, theils in dem Verfahren beim Rösten, in dem Verhältniß des Erzes zu den Kohlen, in der Beschaffenheit des Hohenofens und des Gestelles, in der Stärke und Regierung des Gebläses und in mehreren anderen Umständen ihren Grund haben. In folgenden Fällen wird das Roheisen leicht ausfallen, oder ein geringeres specifisches Gewicht haben.

1. Wenn bloß eisenfarbene blutsteinartige Dürrsteinerze mit einem Zuschlag von Kalk verschmolzen werden, ohne Quicksteinerze zur Beschickung zu nehmen.

2. Wenn nur schwache Erzgichten aufgegeben werden, so daß das Eisen gaar ausfällt. Je grauer und grobsterniger das Eisen ist, desto leichter ist es und desto geringere Stärke besitzt es auch.

3. Wenn

3. Wenn die Erze aufs stärkste geröstet werden, so daß sie sich verschlacken. Das Ausbringen aus den Erzen vermindert sich dadurch und das Eisen erhält ein geringeres specifisches Gewicht, allein zu Gußwaaren kann es vorzüglich gut und fest seyn.

4. Wenn der Ofen nicht sehr hoch und wenn das Gestell gehörig breit und tief ist.

5. Wenn das Gebläse nur langsam wechselt.

6. Wenn das Eisen nach dem Abstich in der Form offen erkaltet und nicht gleich mit Sand bedeckt wird. War das Roheisen nämlich bei gehörigem Erzsatz erblasen, so wirft es gleich nach dem Abstich viele zischende Funken, wodurch ein Theil des Metalls beim Verdampfen des flüchtigen Bestandtheils verbrennt, und auch zum Theil etwas, wenn gleich nur sehr wenig, aufschäumt, wodurch das specifische Gewicht desselben vermindert wird, welches die Hohenofenmeister dadurch, daß sie das Eisen mit einem Gemenge von Sand und Kohlenlösche bedecken, zu verhüten suchen.

7. Wenn das Eisen sehr rothbrüchig ist, entsteht beim Abstich eine innere Gährung, welche sehr viele Undichtigkeiten und Blasen zur Folge hat, wodurch dann auch das specifische Gewicht nothwendig vermindert werden muß, wenn das Eisen auch noch so weiß und grell war. Eben dies ist der Fall

8. wenn das Eisen in kalte Formen gegossen wird, wodurch die äußere Fläche schnell erstarrt und daher nicht mit dem inwendigen am längsten flüssig bleibenden Eisen zugleich erstarren kann, folglich hohl und undicht werden und ein geringeres specifisches Gewicht erhalten muß.

9. Das kaltbrüchige Eisen hat zwar bei dem vorhin (§. 288, e) angeführten Versuch ein geringeres specifisches Gewicht gezeigt, als gutartiges Eisen; indeß läßt

sich

sich das geringere eigenthümliche Gewicht nicht als ein sicheres Kennzeichen des kaltbrüchigen Eisens annehmen; so wenig als es irgend ein anderes, wenigstens mir bekanntes, zuverlässiges äußeres Kennzeichen für das kaltbrüchige Eisen giebt.

10. Wie schon oft erwähnt, enthält das graue, vorzüglich das schwarzgraue weiche Roheisen am mehrsten von der groben brennbaren Substanz, welche dem Brennbaren in der Holzkohle so gleich ist, sich ganz deutlich als Reißblei zu erkennen giebt und bei der Auflösung des Eisens in Vitriol- oder Salzsäure unaufgelöst zurückbleibt. Dieser Bestandtheil ist viel leichter als Roheisen und scheint die eigentliche Ursache zu seyn, warum das graue oder das gaare Roheisen ein geringeres specifisches Gewicht hat, als das harte und weiche, welches beim Auflösen in Säuren fast gar keinen solchen Rückstand hinterläßt.

Sind also die Verhältnisse und die Umstände dem eben Angeführten gerade entgegengesetzt, so muß das Roheisen nothwendig ein größeres specifisches Gewicht erhalten. — Ueber den Nutzen der Kenntniß des specifischen Gewichts des Eisens im Allgemeinen und des Roheisens sehe man §. 25.

§. 290. Vom Verhalten des Roheisens gegen den Magnet.

Daß das Roheisen nicht allein fast eben so stark als das geschmeidige Eisen vom Magnet angezogen, sondern durch Streichen mit einem Magnet auch selbst sogar magnetisch wird, habe ich schon oben (§. 34, 4.) gezeigt, und auf den merkwürdigen Umstand aufmerksam gemacht, daß der Braunstein die magnetische Eigenschaft schwächt oder wohl gar ganz aufhebt, wovon das braunsteinhaltige Eisen von Dale ein Beispiel giebt

giebt (§. 36, 6. §. 38, 14.). Daß dem vorher stark magnetischen Roheisen durch Zusammenschmelzen mit Mangan die magnetische Eigenschaft ebenfalls geraubt wird, geht aus §. 155. hervor. Deshalb habe ich auch oben (§. 43.) schon bemerklich gemacht, daß das Eisen aus braunsteinhaltigen Eisenerzen zur Anfertigung von Compaßnadeln und Magnetstäben gar nicht zu empfehlen ist, obgleich sich diese Wirkung des Mangan im Stabeisen weniger deutlich offenbart als im Roheisen, weil es im Frischheerd größtentheils zerstört wird. Durch starkes Glühen verliert das mit dem Eisen verbundene Mangan diese Eigenschaft ebenfalls; als ich aber braunsteinhaltiges Daler Roheisen unter einer Decke von Kochsalz und mit einem glasartigen Fluß, wodurch das Verdampfen des Brennbaren verhindert ward, im Tiegel ohne einen Gewichtsverlust zum Schmelzen brachte, blieb es gegen den Magnet eben so unfolgsam als vorher. Ohne Zweifel war ein zu großer Gehalt an Phlogiston die Ursache dieser Erscheinung (§. 36, 6.).

Von der stärkeren oder schwächeren Wirkung des Magnet auf das Roheisen sollte man daher mit ziemlicher Sicherheit auf die größere oder geringere Quantität des Phlogiston in den verschiedenen Roheisenarten schließen und daraus beurtheilen können, in wie fern das eine Roheisen mehr oder weniger geneigt ist, zu frischen, oder geschmeidiges Eisen zu geben, als ein anderes. Dies stimmt auch mit der Erfahrung überein. Das Roheisen aus Daler Erzen und das Eisen aus mehreren weißen Stahlerzen, welches, nach allen Versuchen, Braunstein und viel Brennbares enthält (§. 220, 6.), wird vom Magnet am allerschwächsten gezogen und läßt sich im Frischheerd auch am schwersten in den Zustand des geschmeidigen Eisens bringen, welches letztere ohne vorhergegangenes Kalciniren oder langsames Glühen, oder ohne Zusätze von Gaarschlacke

und

und geschmiedeten Eisenbrocken kaum möglich ist. — Nächst diesem Roheisen wird das gaare schwarzgraue Roheisen, besonders aus Dürrsteinerzen, im Anfang der Campagne erblasen, sehr wenig vom Magnet gezogen, und dieses Eisen enthält offenbar eine größere Menge von Brennbarem, als das weiße bei einem vollen Erzsatz erblasene Roheisen, welches leichter, sogar schon durch das bloße Glühen, geschmeidiges Eisen giebt (§. 86, 4. §. 87, 2. §. 89.).

Bei gehöriger Uebung läßt sich auch durch den Magnet ausmitteln, welche Erze im Hohenofen am leichtflüssigsten sind. Alle gute Quicksteinerze und die Erze, welche etwas zum Rothbruch geneigt sind, werden ohne Röstung am stärksten vom Magnet gezogen und sind auch am mehrsten leichtflüssig. Die bläulich grauen Dürrsteinerze hingegen werden ungeröstet sehr wenig, nach dem Rösten aber stärker vom Magnet gezogen. Rothe harte Blutsteinerze werden ungeröstet gar nicht angezogen, sondern müssen sehr stark und mit einem Zusatz von etwas Brennbarem (Kohlenstaub) geröstet werden, wenn sie sich folgsam gegen den Magnet zeigen sollen. Andere harte und gleichsam versteinerte Eisenerze, eisenhaltiges Granatgestein und mehrere solche Mineralien, erfordern ein noch stärkeres Brennen mit Kohlenstaub, um magnetisch zu werden, und einige werden es doch nicht eher, als bis sie ganz verschlackt oder zu Glas verschmolzen sind (§. 36, 4.). — Hieraus ergiebt sich mit ziemlicher Sicherheit die Regel: Alle Eisenerze, die der stärksten Röstung oder der größten Kalcinationshitze bedürfen, um vom Magnet angezogen zu werden, sind auch die strengflüssigsten. Man vergleiche §. 39.

Die Untersuchung: welches Roheisen am stärksten vom Magnet gezogen wird, ist etwas mühsam, weil das Roheisen erst granulirt werden muß, welches indeß da-

dadurch leicht geschehen kann, daß man es tropfenweise auf kalten Sand fallen läßt. Je mehrere solche kleine gleich schwere Kugeln ein armirter Magnet in Gestalt einer aneinanderhängenden Kette anzieht, desto stärker ist auch die Anziehung des Eisens zum Magnet. Mit weniger Mühe erreicht man diesen Zweck, wenn man gleich große Stücken Roheisen gegen den Nordpol einer leicht beweglichen, mit einem genauen Gradbogen versehenen Magnetnadel hält, und genau beobachtet, wie viel Grade die Nadel von ihrer nördlichen Richtung durch jede Roheisenart abgezogen wird, indem die Anzahl der Grade die anziehende Kraft des Eisens gegen den Magnet bestimmt. Daß Roheisenstäbe, vorzüglich von grauem gaarem Roheisen, selbst magnetisch werden können, habe ich schon oben angeführt; weil Roheisen aber in dieser Rücksicht gegen Stahl und Stabeisen sehr zurücksteht, so übergehe ich hier die weitere Untersuchung dieses Gegenstandes.

§. 291. Von der Ausdehnung des Roheisens in der Wärme und in der Schmelzhitze.

Was ich in der vierten Abtheilung vom Eisen im Allgemeinen und vorzüglich vom Stabeisen gesagt habe, gilt auch von diesem Metall in seinem spröden und unraffinirten Zustande, nur mit einigen Abweichungen, die in der Natur der Sache und in den Umständen liegen. Ich werde daher die Erfahrungen, welche in dieser Rücksicht beim Roheisen angestellt worden sind, mittheilen.

1. Die erste Wirkung der Hitze auf die Körper, welche sie durchdringt, besteht in der größeren Ausdehnung dieser Körper, wenn sie aus dem kälteren in den wärmeren Zustand übergehen, ehe sie zu schmelzen anfangen. Daß Roheisen durch Cementiren mit Kohlen-

lenstaub beim Stahlbrennen, nach dem Erkalten keinesweges eine größere Ausdehnung erlitt, sondern vielmehr denselben Umfang behielt, den es vorher hatte, also mit dem Stahl beim Umbrennen desselben (§. 273, 6.) einerlei Verhalten zeigte, habe ich im §. 45. bemerkt. Hier ist meine Absicht indeß nur die Ausdehnung des Roheisens durch eine anhaltende Hitze zu zeigen. Es wurden daher (um eine Vergleichung zwischen Stabeisen, Stahl und Roheisen anstellen zu können) drei dünne Stäbchen, der eine aus hartem Brennstahl, der zweite aus dem weichsten Eisen und der dritte aus feinkörnigem grauem Roheisen bestehend, genommen, alle drei wurden ganz rein geschliffen und erhielten einerlei Länge von 56 Linien (oder von 560 Punkten). Diese Stäbchen paßten genau zwischen zwei Stahldocken, an denen, vermittelst eines zwischen beiden Docken angebrachten graden Stabes, worauf jede Linie in 10 Punkte getheilt worden war, durch Hülfe einer Stellschraube die allergeringste Ausdehnung beobachtet werden konnte. Ueber die Größe der Ausdehnung wurden in drei verschiedenen Hitzgraden Versuche angestellt, zuerst in einer Temperatur von 15 Graden bis zu dem Grad der Hitze, in welchem das Eisen blau anläuft; dann in der braunrothen Glühhitze und zuletzt in der Weißglühhitze, in welcher das Roheisen zu schmelzen anfing.

A. Beim Blauanlaufen war:

Das Stahlstäbchen	564	Punkte	lang,	oder um	4
" Eisenstäbchen	563	"	"	"	3
" Roheisenstäbchen	564	"	"	"	4

verlängert.

B. Beim braunrothen Glühen war:

Das Stahlstäbchen	566	Punkte	lang,	oder um	2
" Eisenstäbchen	564	"	"	"	1

Das

Das Roheisenstäbchen 567 Punkte lang, oder um 3 verlängert.

C. In der Weißglühhitze war:

Das Stahlstäbchen 570 Punkte lang, oder um 4
„ Eisenstäbchen 567 „ „ „ „ 3
„ Roheisenstäbchen 572 „ „ „ „ 5
verlängert.

Von einer Temperatur von 15 Graden, oder von der gewöhnlichen Sommerwärme bis zum Weißglühen war also:

Das Stahlstäbchen um 10 Punkte, oder um eine ganze Linie,
„ Eisenstäbchen um 7 Punkte, und
„ Roheisenstäbchen um 12 Punkte länger geworden.

Die stärkste Ausdehnung fand bis zum Blauanlaufen und von der braunrothen Glühhitze bis zur Weißglühhitze, die geringste aber vom Blauanlaufen bis zum ersten Grad des Glühens statt. Roheisen dehnt sich aber in allen Perioden stärker aus als Stahl, und dieser wieder stärker als Stabeisen, welches die geringste Ausdehnung erleidet. Dies bestätigt abermals den oben (§. 44.) bei der Vergleichung des Eisens mit anderen Metallen aufgestellten Satz: daß sie sich durch die Wärme in demselben Verhältniß ausdehnen, als sie leichtflüssig sind, weshalb auch das Roheisen, als die leichtflüssigste Eisenart, am stärksten, und das Stabeisen, als das strengflüssigste, am wenigsten ausgedehnt werden muß. Mehrere Versuche zeigen, daß das weiche Eisen durch den bloßen Zusatz von Kohlenstaub leichtflüssig werden kann; sollte daraus nicht folgen, daß das Roheisen und hiernächst der Stahl (von Natur oder durch künstliche Produktion) mehr Brennbares enthalten als das weiche Eisen, und daß die Aus-

deh-

dehnung des Eisens mit diesem Gehalt in einem graden Verhältniß steht. Aus diesen Versuchen ergab sich auch, daß das Roheisen am ersten, alsdann der Stahl und zuletzt das weiche Eisen gleiche Grade der Hitze annahmen.

2. Das Metall oder das Eisen, welches sich beim Uebergang aus dem kalten Zustand zur Schmelzhitze am stärksten ausdehnt, muß sich auch umgekehrt beim Erkalten wieder am mehrsten zusammenziehen, und in so fern das leichtflüssigste Metall in der Hitze die größte Ausdehnung, folglich auch beim Erkalten die stärkste Zusammenziehung erleidet, muß sich auch das Roheisen, als die leichtflüssigere Eisenart, beim Erkalten stärker zusammenziehen u. s. f. Daß sich das Roheisen, so wie alle anderen Metalle, nach dem Guß zusammenzieht, und daß sich die Stärke des Schwindens des Eisens nach der verschiedenartigen Beschaffenheit desselben richtet, habe ich schon vorhin (§§. 46. 47.) gezeigt, und auf die daraus entstehenden Folgen aufmerksam gemacht. Aus Erfahrungen, die auf großen Gießereien angestellt worden sind, gehen folgende Thatsachen hervor:

a. Alles weiße und grelle, auch das halbirte Roheisen aus gutartigen Erzen schwindet beim Erkalten am wenigsten. Weil dieses Eisen aber, wenn ich mich so ausdrücken darf, von viel kälterer Natur ist, als das gaare Eisen, indem es sehr schnell, und zwar zuerst auf der Oberfläche, wo es mit der Sand-, Lehm- oder Eisenform in Berührung kommt, erstarrt; so ist es einleuchtend, daß dieses Eisen, obgleich es weniger schwindet, doch alle die Unannehmlichkeiten, welche eine Folge des hohlen Gusses sind, haben muß, und daß sich die Gußwaare auch nach der Seite hin, welche zuerst erstarrt, krumm zieht. Deshalb ist auch dieses Eisen zu solchen Arbeiten, die ein dichtes und

von

von allen Blasen freies Gußeisen erfordern, nicht zu empfehlen.

b. Hiernächst ist das lichtgraue und etwas weniger gaare Roheisen aus guten Dürrsteinerzen dem Schwinden am wenigsten unterworfen, und weil es nicht so schnell erstarrt als das weiße Eisen, so läuft es in allen möglichen Formen weit besser, sauberer und dichter aus. Auch erfordert es die stärkste Hitze zum Schmelzen.

c. Das rothbrüchige weiße Eisen dehnt sich beim Erstarren eher aus, als es sich zusammenzieht; weil diese Ausdehnung aber durch eine Art von innerer Gährung bewirkt wird, so fällt das Eisen nicht flüssig genug aus, sondern wird matt, undicht und voll inwendiger Blasen, bekommt auch oft äußerlich kleine Querrisse, die bei feineren Gußwaaren nicht statt finden dürfen. Wegen des Gehalts an Schwefelsäure kann es aber leichtflüssig seyn, und in so fern eine Ausnahme von der obigen Regel machen.

d. Eisen aus guten Quicksteinerzen, welches nur sehr wenig zum Rothbruch geneigt, und übrigens gaar und grau erblasen ist, ist ohne Zweifel am leichtflüssigsten und zieht sich daher auch in den Formen am stärksten zusammen. Weil dies Eisen aber sehr hitzig ist, länger flüssig bleibt und nicht so bald erstarrt, als das grelle Eisen, so giebt es nicht allein den saubersten Abdruck, sondern auch einen sehr dichten Guß, wenn man den Einguß nur so hoch macht, daß das Schwinden in dem Einguß und nicht bei der Gußwaare selbst statt finden darf.

e. Wenn das Eisen länger als gewöhnlich im Gestelle zurückgehalten, und daher ganz außerordentlich erhitzt wird, dehnt es sich am stärksten aus, muß sich folglich auch beim Erstarren am mehrsten wieder zu-

sammenziehen, allein es kann aus dem angegebenen Grunde doch noch dicht im Guß ausfallen und dabei eine vorzügliche Stärke besitzen.

Dies bestätigt also den Satz, daß sich das Roheisen, im Verhältniß seines größeren oder geringeren Gehalts an Brennbarem, in der Hitze mehr oder weniger ausdehnt und beim Erkalten mehr oder weniger zusammenzieht. Gaares Roheisen aus Quicksteinerzen, welches nicht allein am leichtflüssigsten ist, sondern sich auch am längsten flüssig erhält (und aus diesem Grunde auch am mehrsten Brennbares enthalten muß), schwindet, wie die Erfahrung lehrt, am allerstärksten. Das Eisen hat dieses Verhalten mit allen übrigen Metallen gemein, die sich in der Hitze desto stärker ausdehnen, je leichtflüssiger sie sind, und die sich beim Uebergang aus dem flüssigen in den festen Zustand auch am mehrsten wieder zusammenziehen. Das Quecksilber, als das leichtflüssigste von allen Metallen, befolgt diese Regel ebenfalls. Alles grelle, bei einem starken Erzsatz erblasene Eisen, und selbst das halbirte noch grau gefärbte Eisen aus Dürrsteinerzen, bei einem gehörigen Erzsatz erzeugt, welches erweislich weniger Brennbares enthält und eine stärkere Hitze zum Schmelzen erfordert, dehnt sich bei den Veränderungen der Temperatur weniger aus, und zieht sich daher auch weniger zusammen. Wenn ich das weiße Roheisen zu den weniger leichtflüssigen rechne, so verstehe ich darunter, daß es aus solchen Erzen erblasen seyn muß, die weder Schwefelsäure, noch eine bedeutende Menge Braunstein enthalten, weil es sonst sehr leichtflüssig und dabei doch zugleich das sprödeste von allen Roheisenarten seyn kann.

§. 292.

§. 292. Vom Anlaufen des Roheisens.

Daß das Roheisen, eben so wie der Stahl und wie das Stabeisen, vor dem Glühen mit Farben anläuft, habe ich oben (§. 49.) angeführt, und zugleich bemerkt, daß das Roheisen einen stärkeren Grad der Hitze zum Blauanlaufen erfordert, als das geschmeidige Eisen. Dies scheint auf die Gegenwart einer gröberen, weniger flüchtigen, brennbaren Substanz im Roheisen und auch darauf hinzudeuten, daß das Brennbare nicht so leicht verdampfen und die weiße, dichte, beim Gießen gehärtete oder abgeschreckte Oberfläche des übrigen grauen und gaaren Eisens nicht so leicht färben kann. Vergleichende Versuche über das Anlaufen verschiedener Roheisenarten würden mehr zur Befriedigung der Neugierde als zum praktischen Nutzen gereichen, weshalb ich sie übergehe.

§. 293. Vom Verhalten des Roheisens im Feuer, ohne Zusätze.

Wir haben das Verhalten des Roheisens in den ersten Graden der Hitze untersucht und gesehen, wie es sich ausdehnt und beim Erkalten wieder zusammenzieht, und welche Farbenveränderungen es erleidet; es sind daher noch die Veränderungen kennen zu lernen, denen das Roheisen in einer stärkeren oder schwächeren Glühhitze unterworfen ist. Einige hierher gehörige Versuche sind oben (§. 56, 3. 4. §. 57, 3. 10.) vorgekommen, und aus diesen geht hervor, daß sich das Roheisen in der schwächsten Glühhitze, unter freiem Zutritt der Luft, nach und nach in ein feines röthliches Pulver verwandelt; daß es in einer stärkeren Glühhitze aber aufschwellt, und äußerlich einen dichten, festen, schwarzen Glühspan ansetzt, worin es mit der Zeit eben so wie das Stabeisen gänzlich übergeht. In einer schwä-

cheren Hitze, die den Grad des Glühens nicht erreicht, bleibt es, in so fern nämlich kein Rost hinzutritt, unverändert. Das Roheisen nimmt beim Verbrennen, oder bei der Verwandlung in Glühspan, 27 Procent am Gewicht zu, also weniger als das zähe Eisen, bei welchem die Gewichtszunahme in der Regel 40 Procent und mehr beträgt.

So lange das Roheisen einer gleichen Glühhitze ausgesetzt ist, hat es vom Verbrennen oder vom Ansatz des Glühspans nicht viel zu leiden; wenn Erhitzung und Abkühlung aber schnell abwechseln, wird es schneller zerstört, obgleich noch immer viel langsamer als Stabeisen. — Ein rein geschliffnes, graues, feinkörniges, gaares Stück Roheisen verlor durch neunstündiges anhaltendes Glühen nur $8\frac{1}{9}$ Procent durch Verbrennen, wogegen ein eben so großes Stück geschmiedetes, weiches und zähes Eisen in derselben Zeit und in demselben Grad der Hitze $15\frac{1}{2}$ Procent Abbrand erlitt, welches einen neuen Beweis giebt, daß das Roheisen mehr feuerbeständige brennbare Substanz enthält, als das geschmiedete Eisen. Bei allen Oefen also, bei denen man Eisen anwenden muß, und in denen eine ziemlich gleiche Hitze unterhalten wird, hat das Roheisen wegen seiner größeren Wohlfeilheit und Dauerhaftigkeit den Vorzug. Bei einer schnellen Abwechselung von Hitze und Kälte wird es aber schneller zerstört, und läßt sich daher zu manchen Zwecken nicht anwenden, z. B. nicht zu den Pletteisenbolzen, die durch öfteres Glühen und Erkalten so aufschwellen, daß man sie zuletzt nicht mehr in das Pletteisen bringen kann *).

Das

*) Diese Bemerkung wird durch die Erfahrung nicht bestätigt, vielmehr wendet man zu den Bolzen lieber Roheisen an, weil es weniger abbrennt.

Das Verhalten des Roheisens vom Glühen bis zum Schmelzen läßt sich am besten aus folgenden Versuchen abnehmen.

A. Eine $\frac{1}{8}$ Zoll dicke Scheibe dunkelgraues, gaares, feinkörniges Roheisen aus guten Quicksteinerzen von der Stückgießerei zu Hällefors (welches gegen Feile und Meißel ganz weich und etwas zum Rothbruch geneigt war) ward sehr schnell bis zur lichtrothen Glühhitze erwärmt (wobei sich ein ganz dünner Glühspan ansetzte) und in kaltem Wasser abgelöscht. Das Eisen hatte eine blanke reine Oberfläche bekommen, war gegen die Feile hart und zu mittelmäßig gutem Stahl geworden. Durch das Härten hatte sich auch der Bruch verändert, indem die Farbe, statt dunkel- oder schwarzgrau, lichtgrau und das Korn feiner, wie grober Stahl, geworden war.

B. Ein anderes ähnliches Stück Roheisen, welches theils weiß, theils dunkelgrau war, ward ebenfalls bis zum lichtrothen Glühen erhitzt und dann auch im Wasser abgelöscht oder gehärtet. Die weißen sowohl als die grauen Stellen wurden dadurch so hart, daß die Feile keinen Angriff machen wollte, obgleich sich das Eisen vorher ohne alle Schwierigkeit feilen ließ. Das weiße Eisen behielt auf dem Bruch dieselbe Farbe; das dunkelgraue war aber lichter geworden.

C. Ein eben so großes, nämlich $\frac{1}{8}$ Zoll dickes, Stück graues Roheisen ward eine halbe Stunde lang zwischen Kohlen in einem Windofen einer starken Weißglühhitze ausgesetzt, bis es Funken zu werfen oder zu schweißen und an einigen Stellen zu schmelzen anfing. Nach dem langsamen Erkalten an der Luft zeigten sich folgende Veränderungen:

a. An den nicht geschmolzenen Stellen war es auf dem Bruch ganz schwarz und mürbe.

b. Die

b. Die Oberfläche war mit einer weißen schimmernden Haut bedeckt, welche sich noch ziemlich weich gegen die Feile verhielt.

c. An den dünnsten in Schmelzung übergegangenen Stellen war es aufgeschwollen und hohl, und stellte eine leere Rinde dar, aus welcher das Eisen geschmolzen und ausgelaufen war. Die eben gedachte Rinde war mit Glühspan bedeckt, und bestand aus einer dünnen Schaale von weichem und geschmeidigem Eisen.

d. Die ausgelaufenen und geschmolzenen Tropfen ließen sich kalt schmieden und feilen.

e. Das größere geschmolzene Stück war ebenfalls weich gegen die Feile und halbgeschmeidig, aber im Bruch hohl und undicht.

f. Das ungeschmolzene Stück ward lichte rothglühend gemacht und im Wasser abgelöscht, wodurch es in der Mitte seine Farbe von schwarz zu weißgrau umänderte, und sich hart gegen die Feile verhielt.

g. Auch die geschmolzenen Tropfen bekamen durch ein eben so starkes Glühen und durch schnelles Ablöschen eine reine Oberfläche und eine vollkommene Härte wie Stahl.

h. Die oben (c) erwähnte Eisenrinde nahm dagegen durch Glühen und Ablöschen keine Härtung an, sondern blieb eben so weich als vorher; war also reines geschmeidiges Eisen.

D. Weißes grelles Roheisen, welches sich weder feilen noch mit dem Meißel bearbeiten ließ, bekam ebenfalls, jedoch langsamer, ohne irgend einen Zusatz und ohne alle Bedeckung von weichmachenden oder adoucirenden Substanzen, unter dem angesetzten Glühspan eine weiche Oberfläche. Dieses Roheisen verän-

änderte sich auch beim Glühen weniger, als das gaare oder graue.

E. Graues, gaares und weiches Roheisen, welches zwischen Kohlen in einem Windofen niedergeschmolzen und in dem Aschenraum in einer heißen mit Asche und Kohlenstaub angefüllten Lehmform aufgefangen war, zeigte sich bei der Bearbeitung mit der Feile und mit dem Meißel ganz weich, und ließ sich mit diesen Werkzeugen eben so als das geschmeidige Eisen bearbeiten. Im Bruch war es etwas feinkörniger geworden, übrigens aben eben so dunkelgrau geblieben als vorher.

F. Eben solches Roheisen im verschloßnen Tiegel vor dem Gebläse, in einer starken und schnellen Hitze geschmolzen und in einer kalten Form ausgegossen, ward durchaus weiß, spröde und hart.

G. Aehnliches gaares, graues Roheisen, auf dieselbe Art geschmolzen, aber in einer stark erhitzten Lehmform ausgegossen und langsam erkaltet, verhielt sich äußerlich etwas weicher gegen die Feile, und hatte auch keinen durchaus weißen, sondern einen graugefleckten Bruch.

H. Ein Stück dunkelgraues feinkörniges Roheisen, welches 247 Probirpfund wog, ward ohne Zusätze in einen leeren, gut bedeckten, verklebten Tiegel gebracht und zwischen Kohlenstaub in einem Stahlofen einer zwölftägigen Stahlbrennhitze ausgesetzt. Nach dem Herausnehmen wog das Eisen 242 Pfund und hatte daher etwas über 2 Procent am Gewicht verloren. Aeußerlich war es rein und eben; im Bruch weiß- oder hellgrau; gegen Hammer und Feile zeigte es sich ganz weich; rothglühend ließ es sich schmieden und ausrecken, und durch das Härten nach dem Schmie-

den

den verhielt es sich wie Stahl, also in dieser Rücksicht eben so als das mit Kalk cementirte Roheisen, nur inwendig hatte es noch einen rohen Roheisenkern behalten. Daß der Abbrand nicht größer gewesen ist, scheint von dem Kohlenstaub, mit welchem der Tiegel umgeben war, herzurühren; denn wenn derselbe auch nicht durch den Tiegel durchdrang, so verhinderte er doch wenigstens den Zutritt der Luft und die damit in Verbindung stehende Verkalkung. Roheisen, welches in einem offnen Tiegel im Stahlofen mit Holzflamme erhitzt wird, verschlackt sich durchaus, wie wir schon oben (§. 56, 1. 3. 4. 7. 8. 9.) gesehen haben. Eben so lassen sich auch aus mehreren oben (§. 57, 3. 9. 10. §. 58.) angegebenen Versuchen über das Verbrennen des Roheisens in der Glühhitze in offnen Gefäßen, Vergleichungen über das Verhalten des Roheisens mit dem geschmeidigen Eisen und dem Stahl anstellen.

§. 294. Bemerkungen über die vorhergehenden Versuche.

Aus den eben angeführten Versuchen lassen sich, wie es scheint, folgende Schlüsse ziehen:

1. Daß das Roheisen sowohl im offnen Kohlenfeuer als auch in verschloßnen Gefäßen, durch starkes Glühen und ehe es in Fluß kommt, eine geschmeidige Oberfläche erhält. Eben dies muß auch im Frischheerd geschehen. Die Oberfläche des Roheisens muß nämlich zuerst frischen oder geschmeidig werden und dadurch zum Geschmeidigwerden der ganzen übrigen Masse beitragen, welches auf verschiedene Art (fünfte Abtheilung) bewirkt werden kann.

2. Daß das Roheisen, wenn es durch Schmelzen im Tiegel ohne Zusätze in einen recht zarten, dünnen Fluß kommen soll, in ziemlich großen Stücken eingesetzt,

setzt, daß der Tiegel vorher erhitzt und daß eine sehr starke und schnelle Schmelzhitze, sey es durch Zug oder durch Gebläse, gegeben werden muß, damit das Schmelzen geschieht, ehe sich auf der Oberfläche eine dicke geschmeidige Eisenhaut, welche das dünne Fließen verhindern würde, angesetzt hat. Dies zeigt sich in den Flammöfen noch deutlicher; wenn die Hitze nämlich nicht außerordentlich stark, oder wenn das Roheisen in zu großen Stücken eingesetzt war, so daß es erst langsam durchglühen muß, bildet sich auf der Oberfläche des Roheisens eine weiche, in jenem Hitzgrad unschmelzbare Eisenhaut, die mit dem Glühspan wie eine leere Rinde, aus welcher das Roheisen mit einem bedeutenden Gewichtsverlust oder Abbrand ausgelaufen ist, zurückbleibt. Sind die Roheisenstücken dagegen zu klein, so setzt jedes Stück eine solche Eisen- oder Schlackenhaut an, wodurch der Abbrand noch größer wird.

3. Soll das graue und weiche Roheisen aber nach dem Umschmelzen und Gießen seine Weichheit behalten, so darf das Eisen nicht für sich allein im Tiegel oder im Flammofen bei Steinkohlen geschmolzen werden, sondern man muß es entweder mit Holzkohlen im Ofen durchschmelzen, oder mit einer gehörigen Menge Kohlenstaub in den Tiegel bringen, um das Verdampfen des Brennbaren zu verhindern, oder um die geschmeidige Eisenhaut, die allenfalls auf der Oberfläche entstehen will, wieder in den Zustand des Roheisens zurückzubringen. Ein geringer Zusatz von etwas gebranntem Alaun zum Kohlenstaub befördert die Weichheit des Eisens ebenfalls. Dasselbe ist der Fall, wenn das graue weiche Roheisen mit einem Zusatz von einem leichtflüssigen Glase (dem man, der größeren Leichtflüssigkeit wegen, die Hälfte oder noch

mehr

mehr Pottasche oder Sodasalz zusetzen kann) im Tiegel geschmolzen wird *).

4. Soll das Eisen aber auch zugleich so weich bleiben, daß man es nach dem Guß mit Feile, Meißel, Grabstichel und Bohrer bearbeiten kann, so muß die Form, sie sey von Sand, Lehm oder von Eisen, vorher stark erhitzt werden, denn durch eine kalte Form, vorzüglich aber durch die kalte Roheisenform, wird das Eisen zu sehr abgeschreckt oder gehärtet und weiß.

§. 295. Vom Verhalten des Roheisens in der Glühhitze mit Zusätzen.

Ich würde hier Veranlassung haben, das Adouciren des Roheisens, oder die Kunst, demselben eine weiche Oberfläche zu verschaffen, ausführlich abzuhandeln, wenn

*) Bekanntlich geschieht das Umschmelzen des Roheisens bei gut eingerichteten Gießereien entweder in Tiegeln, oder in Flammöfen, oder in Cupolöfen (von welchen letzteren sich die wenig gebräuchlichen sogenannten Sturzöfen, welche in Norbergs Produktion des Roheisens in Rußland ꝛc. A. d. Schwed. von Blumhof. Freiberg 1805, näher beschrieben worden sind, nur dadurch unterscheiden, daß sie nicht, wie die Cupolöfen, mit einer Abstichöffnung für das Eisen versehen sind, sondern daß sie ganz um ihre Axe gekehrt werden, so daß das eingeschmolzene Eisen oben wieder auslaufen muß). Der Tiegelguß ist kostbar und kann nur bei kleinen Sachen angewendet werden. Aus den Flammöfen erfolgt das dichteste, festeste und dem gefrischten Zustand am mehrsten sich nähernde Gußeisen. Die Cupolöfen gewähren einer Gießerei den großen Vortheil, jederzeit flüssiges Eisen zum Abauß zu haben, indeß ist dies Eisen nie so fest und dicht, obgleich nicht minder hitzig, als das aus den Flammöfen. Große Stücken lassen sich nur aus Flammöfen gießen, oder es müßten viele Cupolöfen zugleich im Betrieb seyn. Gußwaaren, die viel Festigkeit verlangen, können nicht bei allen Erzen unmittelbar aus dem Hohenofen abgestochen werden. Das Umschmelzen von unbrauchbaren Gußstücken und die Zugutemachung derselben auf Gießereien, die weder Flamm- noch Cupolöfen haben, geschieht am leichtesten, wohlfeilsten und mit dem geringsten Abbrand durch unmittelbares Durchlassen im Hohenofen.

wenn Reaumur diesen Gegenstand in seinem bekannten oft erwähnten Werk nicht so gründlich bearbeitet hätte, daß ich gänzlich darauf verweisen kann. Außerdem findet man an mehreren Stellen dieses Werkes (vorzüglich im §. 265.) verschiedene neue Versuche angeführt, die theils zur Bestätigung der Reaumur'schen dienen, theils aber den noch ausgedehnteren Zweck haben, die Frage zu beantworten: Ob sich das Roheisen auf diese Art nicht ganz und gar in Stahl oder in Stabeisen verwandeln lasse? wobei ich einen genaueren Aufschluß über die Eigenschaften des Eisens beabsichtigte, welchen Zweck ich auch erreicht zu haben glaube. — Die Kenntniß des Adoucirens des Roheisens kann übrigens zwar für den Künstler in manchen Fällen sehr nützlich und vortheilhaft seyn; bei großen Gießereien, deren Fabrikate durch Adouciren und Ciseliren mehr Vollkommenheit erhalten sollen, würde man aber in der Ausübung zu keinen Vortheilen gelangen, wie die von Reaumur in Vorschlag gebrachte und mit einem großen Kostenaufwand in Frankreich zu Stande gekommene Fabrikanstalt beweist, von welcher die Unternehmer wieder abstehen mußten, theils weil das Brennmaterial zu theuer war, theils weil sehr viele Arbeiten mißglückten. Letzteres mogte wohl aus mancherlei Ursachen geschehen, theils weil das Roheisen beim Schmelzen im Großen nicht immer jedesmal eine und dieselbe Beschaffenheit haben konnte, theils weil der geringste unbemerkbare Fehler, eine undichte oder blasige Stelle in der Gußwaare, sogleich allen Aufwand an Kosten und Mühe vergeblich machte, theils endlich weil der glückliche Erfolg des Adoucirens sehr von dem einer jeden Roheisenart angemessenen Hitzgrad abhing, der sich um so schwerer genau so treffen ließ, als die Gußwaaren an der einen Stelle dicker seyn konnten, als an der anderen u. s. f. Ueberdies nimmt aber die Oberfläche des adoucirten Roheisens nicht den Grad der Feinheit

an,

an, daß man ihr eine glänzende Politur geben könnte; es muß nämlich dem Poliren immer einiges Hämmern vorhergehen, und das vertragen die gegoßnen verzierten Sachen auf keine Weise *). Ich will indeß hier einige Bemerkungen über die oben angeführten Versuche über das Adouciren des Roheisens und die Schlüsse, die sich daraus ziehen lassen, mittheilen.

a. Mit dem Cementiren des Roheisens in allen möglichen Cementirpulvern richtet man zur Beförderung der Weichheit der Oberfläche wenig mehr aus, als mit dem bloßen langsamen Glühen; jedoch läßt sich durch zweckmäßige Zusätze der Abbrand vermeiden, und in dieser Absicht scheinen unausgelaugte Birkenasche und reiner Gallmey die beste Wirkung zu thun.

b. Graues Roheisen, welches durch Umschmelzen in Tiegeln weiß geworden ist, und auch das unmittelbar beim Abstich aus dem Hohenofen kommende weiße harte Roheisen aus guten Quicksteinerzen (Danemorer Erzen) sind zum Adouciren am vorzüglichsten; das graue Roheisen bekommt dagegen immer eine grobe, mürbe und undichte Oberfläche, die keine Politur annimmt.

c. Das durch Umschmelzen weiß gewordene und in offnen Formen gegoßne Roheisen fällt beständig besser und dichter aus, und ist folglich zum Adouciren, oder um es durch und durch in Stahl zu verwandeln, viel anwendbarer, als das in bedeckten Formen gegoßne Roheisen.

d. Durch

*) Nicht um eine polirte Fläche zu erhalten, sondern um das Roheisen weicher und zur Bearbeitung mit der Feile, dem Bohrer ꝛc. geschickter zu machen, ist die Kunst des Adoucirens sehr empfehlenswerth; auch verlieren viele Gußstücke dadurch die Sprödigkeit, welche sie durch das Abschrecken in den Formen erhalten hatten.

d. Durch die 10 bis 12tägige Hitze eines mit Holzkohlen betriebenen Stahlofens ließ sich jene Verwandlung des Roheisens nur höchstens $\frac{1}{8}$ Zoll tief bewirken. Soll das Roheisen daher durch und durch zu Stahl werden, so muß es nicht über $\frac{1}{4}$ Zoll dick seyn. Geschieht aber der Betrieb des Stahlofens mit Holz, und ist die Hitze außerordentlich stark, so ist die Wirkung etwas größer.

e. Es ist ein ganz untrügliches Kennzeichen, daß sich das Cementirpulver an den Stellen, wo sich das Roheisen beim Cementiren mit Knochenasche oder mit Kalk äußerlich in Stahl oder in geschmeidiges Eisen verwandelt hat, leicht abtrennen läßt; daß es sich aber auf den Punkten, wo die Hitze noch nicht durchgedrungen ist, um dem Roheisen die nöthige Geschmeidigkeit zu ertheilen, fest ansetzt, und sich beim Herausnehmen nur mit vieler Mühe abkratzen läßt, gerade als wenn das kalkartige Pulver mit der flüchtigen brennbaren Substanz aus dem Eisen noch nicht gesättiget wäre.

f. Roheisen, welches in kalten Sandformen gegossen wird, wird wegen der Feuchtigkeit im Sande gewöhnlich undicht; das in gebrannten Lehmformen gegoßne Eisen ist dagegen dichter und daher zum Adouciren brauchbar.

g. Durch beigemengten Kohlenstaub wird die Oberfläche des Eisens locker und spröde und das Adouciren wird gehindert.

h. Das Roheisen erleidet durch langsames Glühen einen stärkeren Abbrand und setzt dabei mehr Glühspan an, als in einer schnellen und heftigen Hitze.

i. Durch den Zutritt von etwas Vitriolsäure wird die Oberfläche des Eisens immer geschmeidig oder stahlartig.

k. Das

k. Das gaare, graue und weiche Roheisen bleibt durch Umschmelzen und Umgießen mit einem Zusatz von Kohlenstaub zwar fast eben so grau und weich als vorher, allein es fällt immer zu mürbe aus, als daß es durch Feilen und weiteres Bearbeiten eine gehörige Politur annehmen könnte, noch weniger aber verträgt es einiges Schmieden.

Hieraus geht nun zwar die Möglichkeit hervor, ungeschmeidiges Roheisen, durch bloßes Glühen mit oder ohne Zusätze geschmeidig zu machen, allein es finden dabei doch mehrere Hindernisse statt. Das Roheisen darf nämlich nur dünne, höchstens $\frac{1}{4}$ Zoll dick seyn, wenn es durch und durch geschmeidig werden soll, und auch dann hat man noch zu befürchten, daß ein roher Kern, oder eine verborgene undichte Stelle im Roheisen zurückbleibt, welche die Arbeit verdirbt; ferner ist die Unterhaltung einer so anhaltenden Hitze mit vielen Kosten verknüpft; dann erhält auch der auf diese Weise bereitete Stahl nicht völlig die Stärke des auf die gewöhnliche Art zubereiteten Stahls, und endlich ist er sehr häufig mit einer dünnen Eisenhaut bedeckt. Dennoch läßt sich aber dieser Stahl zu verschiedenen Sachen, die keine starke Schneide haben dürfen, und bei denen auch keine vorzügliche Stärke, sondern nur eine gute Politur erfordert wird, z. B. zu Knöpfen und zu allerlei Verzierungen, so wie auch zu kleinen Nägeln, dergleichen man daraus in England macht, gebrauchen.

Hat man aber bloß die Absicht, die Oberfläche so weich zu machen, daß man sie leicht feilen und mit anderen Werkzeugen bearbeiten oder poliren kann, so ist es ebenfalls mühsam und kostbar, solche Gußwaaren mit zweckmäßigen Cementirpulvern in feuerfesten Gefäßen lange Zeit in einer bedeutenden Hitze zu erhalten.

Reau-

Reaumur hat sich bemüht, diese Schwierigkeit dadurch zu heben, daß er die Gußwaaren mit einer zweckmäßigen Substanz, die beim Glühen nicht abfällt, überzog, um auf diese Art sowohl das Adouciren der Oberfläche zu befördern, als auch das Abbrennen zu verhüten. Wie viele Versuche angestellt werden mußten, und mit welchem Aufwand von Zeit und Mühe sie gemacht worden sind, kann man umständlich aus dem Dictionnaire des Arts ersehen, worauf ich hier verweisen muß.

Der zweckmäßigste Ueberzug nach jenen Versuchen ist Reißblei, welches fein gerieben, mit Wasser zu einem dicken Brei gemacht und auf das Roheisen aufgetragen wird. Nach dem Trocknen wird das überzogene Roheisen mehrere Stunden lang in einem Probirofen stark geglüht, wodurch die Oberfläche des Eisens weicher und die Entstehung des Glühspans ziemlich vermieden wird; durch ein langsames Glühen läßt sich indeß wenig mehr als durch das bloße Glühen ohne Bedeckung ausrichten. Weil das Reißblei aus Luftsäure und Phlogiston besteht, so scheint es, daß das Eisen die phlogistisirte Luftsäure annimmt und dadurch weicher wird, während die übrigen brennbaren Theile das Verkalken verhüten, wenigstens vermindern. Auf demselben Grund scheint auch die von Reaumur gemachte Erfahrung zu beruhen, daß das graue Roheisen durch Umschmelzen im Tiegel, mit einem Zusatz von Kohlenstaub, dem $\frac{1}{10}$ Alaun beigemengt ist, ein weißes aber doch zugleich ein weiches Roheisen geben soll. Der Alaun macht nämlich, wegen seiner überschüssigen Säure, das Eisen weich und weiß, und der Kohlenstaub verhindert das Verbrennen.

Reaumur hat auch den Versuch angestellt, Roheisen in Formen von Kalk und Kreide zu gießen, um es dadurch weich zu erhalten, welches aber nicht völlig

ge-

gelang; außerdem nahm das Roheisen auch nicht die erforderlichen feinen Eindrücke an. Endlich machte er auch noch den Vorschlag, das Eisen durch Glühen in den Formen selbst, oder auch dadurch, daß man das abgestochne Eisen oder die abgegossenen Gußwaaren noch ganz rothglühend aus der Form nimmt und sie sogleich in einen glühend gemachten Reverberirofen bringt, weich zu erhalten. Alle diese Versuche sind mit der äußersten Sorgfalt angestellt und mit der größten Genauigkeit beschrieben, so daß sie wegen der Aufschlüsse, die sie über die Natur und Eigenschaften des Eisens geben, näher bekannt zu seyn verdienten.

§. 296. Vom Schmelzen des Roheisens mit Zusätzen.

Außer den Versuchen, die oben (§§. 77. 78.) zufällig über das Schmelzen des Roheisens angeführt worden sind, will ich zur näheren Erläuterung des Verhaltens desselben mit verschiedenen Zusätzen, noch Folgendes bemerken.

1. Graues, weiches und gaares Roheisen in kleinen Stücken, aus der Stückgießerei zu Hällefors, ward in einem hessischen Tiegel mit zerpulvertem Krystallglas, dem $\frac{1}{4}$ gelöschter-Kalk zugesetzt war, geschmolzen, worauf der Tiegel im Ofen erkaltete. Beim Oeffnen zeigte sich das Roheisen als ein dichter, mit einem grünlichen Glase bedeckter Regulus, der gar keinen Abgang erlitten hatte, sondern gerade so viel wog, als die eingesetzten Roheisenstücke. Er war gegen die Feile so weich als ungehärteter Stahl, völlig dicht, und dabei so stark, daß man ihn kalt auf einem Amboß von Roheisen nicht zerschlagen konnte. Rothwarm ließ er sich durch Schmieden etwas mehr aus-

ausbreiten als gewöhnliches Roheisen, und endlich brach er in 2 Theile. Durch Glühen und Ablöschen im Wasser bekam er eine starke Härtung. Im Bruch war er feiner als weißes Roheisen, aber gröber als Stahl; er hielt die Mitte zwischen beiden und hatte mitten auf dem Bruch eine schwarze bläuliche Rose. — Dieser Versuch zeigt, daß das weiche und graue Roheisen durch Umschmelzen im Tiegel seine Weichheit behalten kann, wenn nur das Verdampfen des Brennbaren durch einen Zusatz von Glas verhindert, und wenn die Oberfläche dadurch zugleich gegen den Abbrand geschützt wird. Glas thut also dieselben Dienste als Kohlenstaub, welcher letztere eigentlich nur das sich verflüchtigende Phlogiston wieder ersetzt.

2. Ein 4 Ct. schweres Stück weißes Roheisen ward in einem leeren bedeckten Tiegel einer starken Glühhitze zwei Stunden lang ausgesetzt, ohne zu schmelzen. Während des Glühens ward der Deckel abgehoben und etwas Braunstein und Kohlenstaub zugesetzt, worauf das Eisen sogleich auf der einen Seite zu schmelzen anfing, ohne daß die Hitze verstärkt worden wäre. Nach dem Erkalten des Tiegels ward das halbgeschmolzene Stück Roheisen herausgenommen; es hatte zwar 3 Procent am Gewicht verloren, aber durch den zugesetzten Kohlenstaub war die Entstehung des Glühspans gänzlich vermieden worden. Das ungeschmolzene Ende war ganz weich und ließ sich ziemlich dünne ausschmieden ohne zu brechen. Im Bruch war es weiß und glänzend. Rothglühend im Wasser abgelöscht ward es bedeutend gehärtet und glich auf dem Bruch dem feinsten Stahl, der jedoch auf der Oberfläche mit einer dünnen Eisenhaut überzogen war. Das geschmolzene Ende war ebenfalls weich und durch und durch zu feinem Stahl geworden, indeß zeigte sich derselbe doch etwas spröder, als der vom unge-

schmolzenen Theil. Daraus folgt, daß der Braunstein das Schmelzen ungemein befördert, und daß sich Roheisen, mit Beibehaltung seiner Weichheit, in Fluß bringen läßt. — Bohrspäne von gaarem grauem Roheisen, mit Braunstein und mit einem Zusatz von Leinöl und Kohlenstaub geschmolzen, gaben ein Roheisenkorn, welches vom Magnet nicht weiter gezogen ward. Das Korn war eben so weich und halbgeschmeidig, auch eben so grau und feinkörnig auf dem Bruch als vorher (§. 155, 7.).

3. Vier Centner Bohrspan von grauem Roheisen, mit der Hälfte Reißblei gemengt, wurden in einen verklebten Tiegel gebracht und 17 Tage lang im Stahlofen gebrannt. Nach dem Oeffnen fand ich das Gemenge ungeschmolzen; es hatte eine aschgraue Farbe und zeigte gar keine Spur einer anfangenden Schmelzung, ward aber stark vom Magnet gezogen. Als ich den Tiegel hierauf eine Stunde lang einer starken Hitze im Windofen aussetzte, schmolz das Eisen zu kleinen runden Hagelkörnern, die gegen Feile und Hammer ganz weich waren, und sich auch sehr dünne ausschmieden ließen. Glühend im Wasser abgelöscht, wurden sie gehärtet. Bei der Wiederholung dieses Versuchs, wobei eine etwas geringere Hitze angewendet ward, erhielt ich ein minder weiches und zusammengebackenes Korn, welches zwar ebenfalls eine Härtung bekam, aber sich doch mehr roheisenartig verhielt. Das Reißblei kann daher zwar die Weichheit befördern, allein es kommt dabei sehr viel auf den Grad der Hitze beim Schmelzen an (§. 270, III. d.).

4. Weißes, sprödes und ganz hartes Roheisen aus braunsteinhaltigen Wiesenerzen von Dingelwick in Daland, welches erst nach sehr starkem Glühen im offnen Feuer vom Magnet gezogen werden konnte, ward vor dem Gebläse mit einer Bedeckung von Kochsalz geschmol-

schmolzen. Es hatte dadurch nichts am Gewicht verloren, war aber noch eben so weiß und hart als vorher und ward vom Magnet ebenfalls nicht gezogen.

5. Ein Stück graues und weiches Roheisen ward mit einer schwarzen, schweren und gaaren Frischschlacke zu einem Klump geschmolzen. Es war dadurch hart, spröde und weiß im Bruch geworden, ohne aber etwas am Gewicht verloren zu haben. Die Frischschlacke bringt also im Tiegel nicht dieselben Wirkungen hervor als das kalcinirte Eisen, obgleich sie das Abbrennen verhindert.

6. Ein Gemenge von 14 Loth Bohrspan von grauem Roheisen und von 4 Loth englischem Schwerspath mit 4 Loth Fluß bedeckt, der zur Hälfte aus Glas, zur Hälfte aus Braunstein bestand, wollte in einer gewöhnlichen starken Windofenhitze nicht flüssig werden. Das Roheisen war bloß zu einem undichten Frischklumpen zusammengelaufen, von dem sich ein Theil zu einer dünnen Platte ausrecken ließ, die aus reinem Eisen bestand (weil sie durch das Ablöschen im Wasser keine Härtung bekam), ein anderer Theil aber so spröde als Roheisen geblieben war. Die Säure des Schwerspaths mag das Eisen wohl geschmeidig gemacht haben, und wegen dieses Ueberganges in den gefrischten Zustand konnte das Eisen in dem Grad der Hitze auch nicht schmelzen. Durch Schmelzen des Roheisens mit bloßem Schwerspath erhielt ich einen schwarzen, schaumigen Rohstein, der den Tiegel eben so durchbohrte, als bei einem Zusatz von Gips geschah.

7. Gleiche Theile Bohrspan von grauem Roheisen und Bleiglas verhielten sich beim Zusammenschmelzen, wie ich oben (§. 151, 2.) erwähnt habe.

8. Unter den Salzen können nur die alkalischen einen guten Zusatz oder Fluß beim Schmelzen des Roh-

eisens im Tiegel gewähren, weil sie nicht zum Verschlacken des Eisens Anlaß geben, besonders wenn man sie mit etwas Brennbarem und mit einer leichtflüssigen glasartigen Substanz versetzt. Hierher gehören folgende Versuche:

a. Ein Gemenge aus gleichen Theilen schwarzem Fluß und zerpulvertem Krystallglas, mit eben so viel Weinsteinsalz und Borax versetzt, leistete sehr gute Dienste.

b. Glasgalle beförderte das Verschlacken des Eisens, weil sie gewöhnlich vitriolisirten Weinstein enthält (§. 61, 3.). Derselbe Fall fand auch bei den alkalischen Salzen statt, die an der Luft Feuchtigkeit angezogen hatten und dann wieder getrocknet worden waren.

c. Das Verhalten des Bohrspans von grauem gaarem Roheisen mit Salpeter im Tiegel, habe ich schon (§. 253.) gezeigt.

d. Auf Roheisen, welches im Tiegel in einem dünnen Fluß erhalten ward, trug ich nach und nach Salpeter, und bewirkte dadurch die Zerstörung eines Theils des Brennbaren, indem eine harte aus geschmeidigem Eisen bestehende Rinde entstand, die in jenem Grad der Hitze nicht mehr schmelzbar war. — Feilspan von geschmeidigem Eisen und von Stahl auf doppelt so viel fließenden Salpeter gebracht, oder mit demselben gemengt und im Tiegel geschmolzen, verursachten, ungeachtet einer stärkeren Hitze, kein so heftiges Aufbrausen als Feilspan von Roheisen, woraus hervorgeht, daß Roheisen eine mehr zusammengesetzte (oder mehr reißbleiartige) brennbare Substanz enthalten muß. Wie sich die alkalische Lauge nach dem Verpuffen verhielt, geht aus §. 253. näher hervor.

e. Daß

e. Daß ein kleiner Zusatz von Alaun zum Kohlenstaub beim Schmelzen des Roheisens die Weichheit des Eisens befördert und die Gußwaaren mit der Feile bearbeitbar macht, habe ich schon (§. 295.) angeführt. Eben so habe ich auch (§. 59, 4. i. §. 124.) bereits bemerklich gemacht, daß das Roheisen durch Schmelzen mit Kochsalz weder einen Abbrand erleidet, noch sonst in seinen Eigenschaften geändert wird.

9. Mit einem Zusatz von Flußspath schmolz das Roheisen zu einem schwarzen Glase, welches den Tiegel durchbohrte. 2 Theile Flußspath, 1 Kieselmehl und 3 Kalk gut durcheinander gemengt und kalcinirt, gaben ein leichtflüssiges Glas (§. 78, 7. §. 124.), welches den Tiegel nicht angreift, und daher, mit etwas Kohlenstaub versetzt, sowohl zum Schmelzen des Eisens, als auch zu Eisenproben recht füglich gebraucht werden kann. Durch einen Zusatz von Glasgalle entstand aber ein Aufschäumen, wobei sich das Eisen zum Theil verschlackte und endlich zu einer undichten Masse schmolz. — Wenn sich der Flußspath von Natur in geringer Quantität in den Eisenerzen eingesprengt findet, kann er recht gute Dienste thun, besonders wenn man ihn zum zehnten Theil, oder in noch geringerer Menge, bei strengflüssigen, quarzigen Eisenerzen mit im Hohenofen durchsetzt. Im Norberger Bergrevier in der Sandbackgrube bricht ein körniges Eisenerz in einer glimmrigen talkartigen Gebirgsart, mit etwas eingesprengtem Flußspath, und dieses Erzes bedient man sich zum Reinigen des Gestelles, wenn es durch die schwerschmelzigen quarzigen Norberger Dürrsteinerze verwachsen oder versetzt ist. Diese zährende oder verschlackende Eigenschaft des Flußspaths läßt sich theils durch Brennen, theils durch einen Zusatz von Quarz, Kalk oder Lehm sehr mildern. Eisenerze, die

Fluß-

Flußspath bei sich führen, kommen indeß nicht häufig vor. Alle rohe und ungeröstete Gebirgsarten haben die üble Eigenschaft, daß sie das Roheisen beim Schmelzen angreifen und verschlacken, weshalb auch alle Eisenerze, die Gebirgsarten mit sich führen, nothwendig vorher geröstet werden müssen (§. 61.).

10. Es wurden 25 Pfund in kleinen Stücken zerschlagenes Roheisen von dem Grade der Gaare, daß es durch Gießen in dünnen Stäben weiß ward, mit 10 Pfund rothgrauem ausgelaugtem und kalcinirtem Eisenkalk, der durch ein feuerbeständiges Alkali aus einer vitriolischen Auflösung niedergeschlagen worden war, in einen bedeckten Tiegel gebracht und 40 Minuten lang vor dem Gebläse gehalten. Beim Oeffnen des Tiegels fand sich das Roheisen zu einem 23 Pfund schwerem Korn geschmolzen, welches halbgeschmeidig, von feinkörnigem Bruch und mit einer braunen Schlacke umgeben war.

11. Ganz auf dieselbe Art wurden auch 25 Pfund dunkelgraues, feinkörniges, kaltbrüchiges Roheisen aus Småländischen Wiesenerzen, welches sich ziemlich fest und auch etwas zähe unter dem Hammer verhielt, mit $6\frac{1}{4}$ Pfund von demselben (10) Eisenkalk vor dem Gebläse, in einer Zeit von 30 Minuten zu einem $25\frac{3}{4}$ Pfund schweren spröden Regulus geschmolzen, der einen eben so feinkörnigen Bruch hatte, als das kaltbrüchige Stabeisen. Auch dieser Regulus war mit etwas brauner Schlacke umgeben.

12. Von demselben kaltbrüchigen Roheisen wurden 25 Pfund mit 10 Pfund Eisenkalk durch ein 40 Minuten lang anhaltendes Blasen geschmolzen. Das Korn wog diesmal zwar nur $24\frac{3}{4}$ Pfund, allein es war weniger spröder und grobkörniger.

13. Als

13. Als ich 25 Pfund weißes, hartes und sprödes Roheisen, welches mit Kohlenstaub und etwas Borax aus einem ganz weichen Quicksteinerz ausgebracht worden war, mit 8 Pfund von dem vorhin erwähnten Eisenkalk durch ein 25 Minuten lang anhaltendes Blasen zusammenschmolz, erhielt ich ein reines schlackenfreies Korn von $26\frac{3}{4}$ Pfund, welches sich kalt zwar etwas schmieden ließ, endlich aber Kantenbrüche bekam, und einen feinen stahlartigen Bruch hatte.

14. Ein Centner oder 100 Pfund Bohrspan von grauem gaarem Roheisen von Hällefors wurden mit $\frac{1}{4}$ Centner Eisenkalk, der sich aus der Auflösung des Eisens in Scheidewasser von selbst niedergeschlagen hatte, vermengt und in einem bedeckten Tiegel im Windofen zu einem großen und zu mehreren kleineren Körnern geschmolzen, die zusammen eben so viel wogen als der angewendete Bohrspan, nämlich 1 Centner. Das große Korn verhielt sich hart unter dem Hammer und brach endlich in zwei Stücken, die das Ansehen des Stahls hatten. Die kleinern Körner waren etwas geschmeidig, härteten sich aber ebenfalls wie Stahl.

15. Mehrere Schmelzversuche mit Roheisen und verschiedenen Arten von Eisenkalk geben ebenfalls sehr verschiedene Resultate, indem das Eisen zuweilen halbgeschmolzen zusammengelaufen, zuweilen halbgeschmeidig geworden und zwischen der Schlacke vertheilt war, je nachdem die Kalke und der Grad der Hitze verschieden gewesen waren. Die zuverlässigsten Versuche über diesen Gegenstand findet man in Bergman's wichtiger und große Aufschlüsse gewährender Abhandlung, de analysi ferri, worin auch die Quantitäten des reducirenden Phlogiston im Roheisen, Stahl und geschmiedeten Eisen angegeben worden sind. Unter den vielen

dort

dort angeführten Schmelzversuchen mit Eisenkalken will ich nur folgende zwei ausheben. — „Vers. 91. 200 Pfund Bohrspan von grauem gaarem Roheisen von Hällefors, mit 50 Pfund (aus Eisenvitriol niedergeschlagenem und dann im Tiegel geglühetem) Eisenkalk in einem bedeckten Tiegel vor dem heftigsten Gebläse in einer Zeit von 20 Minuten geschmolzen, gaben einen Regulus von 206 Pfund, der so geschmeidig war, daß man ihn ohne Kantenbrüche zu einem Blech von 9 Linien im Durchmesser ausschmieden konnte. Vers. 93. 200 Pfund weniger gaares Roheisen aus Danemorer Erzen, mit 50 Pfund von dem eben genannten Eisenkalk auf die nämliche Art geschmolzen, gaben einen eben so geschmeidigen Regulus von 222 Pfund, mit etwas weniger halbdurchsichtiger grünlicher Schlacke." — Bergman zeigt nun, warum das Roheisen durch den Zusatz von Eisenkalk geschmeidig werden mußte; er beweist nämlich, daß das Roheisen, um geschmeidig zu werden, etwas Brennbares abtreten muß, und daß gerade dieses Brennbare die Reduktion des in gehörigem Verhältniß zugesetzten Eisenkalkes bewirkt und denselben nach Umständen entweder in geschmeidiges Eisen oder in Stahl umwandelt. — Daß das Roheisen, auch ohne Schmelzung, durch bloßes langsames Glühen oder Cementiren mit einem Zusatz von absorbirenden Eisenkalken, oder auch nur unter der eigenen Glühspandecke, die das Eisen beim Glühen ohne Zusätze in einem leeren Tiegel ansetzt, weich und geschmeidig, oder zu geschmeidigem Eisen und zu Stahl werden kann, ist schon oben (§§. 57, 10. 71-73.) gezeigt worden, und diese Versuche führen ebenfalls auf die eben angegebene Erklärung jener Erscheinung. Ohne Zweifel erfolgt im Frischheerd ein ähnlicher Proceß, indem der verbrannte oder verschlackte Theil des Roheisens, eben so wie der Eisenkalk, das Frischen des übrigen Roheisens befördert,

dert, obgleich die Wirkung nicht so groß seyn kann, weil das Roheisen nicht vollkommen kalcinirt, also nicht von allem Brennbarem völlig entblößt war. Auch muß der Metallverlust größer seyn, weil das Schmelzen vor dem Gebläse unter Zutritt der Luft und im offnen Feuer geschieht.

16. Bei dieser Gelegenheit muß ich noch erwähnen, daß Hjelm den Eisenkalk durch Reißblei nicht allein reducirt (§. 275.), sondern ihn auch durch einen größeren oder geringeren Zusatz von Reißblei nach Belieben in Roheisen, Stahl oder geschmeidiges Eisen verwandelt hat. Man darf nur reinen Eisensafran mit $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{8}$ reinem und fein geriebenem Reißblei vermengen und ein jedes dieser Gemenge für sich besonders in einem verklebten Tiegel bei einem starken Feuer ohne alle weitere Zusätze schmelzen, so wird man in jedem Tiegel das Eisen in verschiedenen Zuständen, mit mehr oder weniger Schlacke umgeben, erhalten. Dies stimmt mit dem, was vorhin über die verschiedenen quantitativen Verhältnisse des Phlogiston im Eisen nach seinen drei verschiedenen Zuständen gesagt worden ist, vollkommen überein. Die weiße metallische Erde, die man aus dem kaltbrüchigen Eisen erhält (§. 280.), läßt sich nicht allein zu einem eigenthümlichen, silberweißen und spröden Metall (§. 178, 1.) reduciren, sondern sie giebt auch durch Zusammenschmelzen mit gutem Eisen eine metallische kaltbrüchige Eisenverbindung. Wird dagegen der Eisenkalk, von welchem jenes kaltbrüchige Metall abgeschieden ist, für sich allein reducirt, so besitzt der erhaltene Regulus gar keine kaltbrüchige Eigenschaften, sondern giebt ein vollkommen gutes Eisen, welches nur durch den Zusatz des kaltbrüchigen Metalles wieder kaltbrüchig wird. Dieses Metall bringt also ohne Zweifel den Kaltbruch beim Eisen hervor, und das

Mo-

Molybdän ist mit allem Grund davon frei zu sprechen.

In wie fern die Schwerſteinsäure wirklich zu Metall reducirt werden kann (welches man nach §. 178, 3. fast glauben sollte), muß künftigen Versuchen, die ich anzustellen nicht Gelegenheit hatte, vorbehalten bleiben. Daher läßt sich auch über das Verhalten des Eisens beim Zusammenschmelzen mit Molybdän für jetzt noch nichts Zuverläßiges sagen. Ueber das kaltbrüchige Metall haben wir indeß von Bergman nähere Aufschlüsse zu erwarten, indem derselbe bereits eine Abhandlung über diesen Gegenstand eingereicht hat. — Ob die Schwerſteinerde eine eigenthümliche metallische Erde, oder ob sie nur eine im höchsten Grade dephlogistisirte Bleierde ist, wie Einige behaupten wollen, darauf kann ich hier bloß aufmerksam machen, muß aber den Chemikern die Entscheidung überlassen.

§. 297. Vom ungleichen Verhalten der verschiedenen Roheisenarten im Frischfeuer.

I. Die erste und größte Verschiedenheit im Verhalten des Roheisens beim Verfrischen wird durch die natürliche Beschaffenheit der Erze selbst, aus denen das Roheisen erblasen war, hervorgebracht; es sey nun dadurch, daß sie etwas Fremdartiges enthalten, welches sich durch den Schmelzproceß nicht abscheiden läßt, oder dadurch, daß ein verschiedenes Verhältniß in der Quantität, in der Feinheit und in dem Verhalten ihrer Bestandtheile statt findet, welches die zur Metallität erforderlichen Substanzen aus dem Feuer und aus den Kohlen in einem mehr oder weniger vollkommenen Grade aufzunehmen veranlaßt werden.

Die

Die Ursachen des verschiedenen Verhaltens des Roheisens im Frischfeuer mögen übrigens seyn, welche sie wollen, so kann die Kunst die von Natur in den Erzen vorhandene Beschaffenheit des Eisens doch nur mit sehr großer Schwierigkeit, oft aber gar nicht abändern.

Die mit den Erzen vorkommenden Gebirgsarten können auf die Beschaffenheit des Roheisens ebenfalls einen großen Einfluß haben. Außerdem hängt aber von der künstlichen Behandlung der Erze beim Schmelzproceß, z. B. von dem stärkeren oder schwächeren Rösten der Erze, von der Construktion des Ofenschachtes und des Gestelles, von dem stärkeren oder schwächeren Erzsatz, von der Beschaffenheit der Kohlen und überhaupt von der Regierung des Gebläses und von der Geschicklichkeit des Hohenofenmeisters sehr vieles ab *). Diese verschiedenartige Behandlung giebt zur Entstehung der oben (§. 282.) erwähnten verschiedenen Roheisenarten, nämlich des gaaren, halbirten und grellen Roheisens, zu denen man noch das rohgeschmolzene oder schlecht bearbeitete Roheisen rechnen kann, welches durch schlechtes Rösten, durch zu heftiges und übertriebenes Blasen, oder durch Verarbeitung von leichten und sauren Kohlen herrührt, Veranlassung. Nachdem sich das Roheisen aus der einen oder der anderen von diesen Ursachen im Frischfeuer verschieden verhält, nennen die Frischarbeiter es weich-, hart-, frisch- oder rohgehend. Aus §. 110. geht hervor, was man hierunter zu verstehen hat.

Von der verschiedenartigen natürlichen Beschaffenheit der Erze und der beibrechenden Gebirgsarten rührt es

*) Dem praktischen Eisenhüttenmann darf ich Garnej's classisches Werk: vom Bau und Betrieb der Hohenöfen. A. d. Schwed. von Blumhof. Freiberg 1800. 2 Bde., nicht erst empfehlen.

es auch her, daß das Eisen von einem Hüttenwerk in einem besseren oder schlechteren Ruf steht, als von einem anderen, in so fern nämlich jedes Hüttenwerk seine eigenen Erze, die gewöhnlich immer dieselben ihnen eigenthümlichen Gebirgsarten mit sich führen, verarbeitet. Durch einen geübten Blick kann man nicht allein unterscheiden, ob das Erz ein Dürrsteinerz oder ein Quicksteinerz ist, sondern man kann auch aus den dem Erz sichtbar beigemengten Gebirgsarten mit ziemlicher Gewißheit urtheilen, wie sich das Erz im Hohenofen und das daraus erzeugte Roheisen im Frischfeuer verhalten wird. Mehrere Umstände, z. B. die den Eisenerzen beigemengten, für das Auge aber nicht sichtbaren fremdartigen Theile, die größere oder geringere Geschicklichkeit des Frischers, der Feuerbau und die Manipulation beim Frischproceß machen das Urtheil zwar ungewiß, indeß läßt sich im Allgemeinen folgendes annehmen.

1. Weichgehendes Roheisen geben gewöhnlich die mittelmäßig reichen Erze, die einen milden grünen Schörl, rothen, braunen oder gelben Granat, Glimmer, Hornblende und etwas weniges Quarz bei sich führen. Auch die Sumpf- und Wiesenerze geben, wenn sie nicht reichhaltig sind und keine deutliche Bergart enthalten, solches Eisen, obgleich es gewöhnlich kaltbrüchig ist.

2. Hartgehendes Roheisen. Alle Erze, die mit viel Hornblende, schwarzem Glimmer und sandigem Quarz zusammenbrechen; ferner alle sehr reichhaltige Erze, bei denen man kaum eine Bergart bemerken kann; Erze, die etwas verborgene Schwefelsäure enthalten, und welche beim Rösten auf dem Scherben im Probirofen oft 2 bis 3 Procent am Gewicht zunehmen.

3. Frisch-

3. **Frischgehendes Roheisen** bekommt man aus allen Erzen, die sehr innig beigemischten Kalk (besonders solchen, der mit Scheidewasser braust), Kiesel, weißen Glimmer, Talk und etwas Schörl enthalten. Das Danemorer Roheisen gehört vorzüglich zu den leichtfrischenden, weßhalb die Wallonenschmiede es auch vorzüglich gern verarbeiten. Eine kalkhaltige Erze von Grythütte im Wester Bergrevier haben dieselbe Eigenschaft.

4. **Rohgehendes Roheisen.** Erze, die Braunstein enthalten, pflegen ein solches Roheisen vorzüglich gern zu geben; ferner alle Erze, die einen an der Luft schwarz werdenden Kalkstein, oder Stahlstein, der mit Scheidewasser nicht aufbraust, oder auch Feldspath enthalten, endlich auch ein Theil von den schwarzen, sehr reichen und etwas weniger rothbrüchigen Erzen, die nicht viel Gebirgsart bei sich führen.

5. **Rothbrüchiges Roheisen** erhält man gewiß aus allen Erzen, die viel schwarze, strahlige und schimmernde Hornblende (welche immer bedeutend viel Schwefelsäure enthält) bei sich führen. Erze, die auf den Oberflächen oder auf den Ablosungen an der Luft rostig werden, geben auch immer ein rothbrüchiges Eisen, wenn sie auch keinen Schwefelkies enthalten sollten, der die gewöhnliche Ursache des Rothbruches ist, welcher in dem Fall, wenn der Kies kupferhaltig ist, als ganz unheilbar betrachtet werden muß.

II. Die zweite Ursache der Verschiedenheit des Roheisens im Frischheerd hat in der Bereitungsart ihren Grund, indem es entweder gaar, oder halbirt, oder grell seyn kann, welches sich durch das Bruchansehen zu erkennen giebt (§. 282.). Daß dieses äuße-

äußere Kennzeichen häufig täuscht, habe ich bereits bemerkt, indeß giebt die Erfahrung ungefähr Folgendes an die Hand.

a. Das graue oder gaare Roheisen ist in der Regel strengflüssig und schwer zu bearbeiten, jedoch erleidet es wegen des großen Gehalts an Brennbarem wenig Abgang im Frischheerd. Der Frischarbeiter nimmt es daher beim deutschen Frischproceß, bei welchem er für die Ueberschreitung eines gewissen festgesetzten Abganges verantwortlich ist, sehr gern, weil er seine Rechnung nicht dabei finden würde, wenn das Roheisen zu schnell und schon vor dem Ausschmieden eingeschmolzen wäre. Graues Roheisen kann indeß auch sehr leichtflüssig seyn, wenn die gaare Beschaffenheit von rothbrüchigen Quicksteinerzen herrührt, und dann findet freilich eine Ausnahme von der Regel statt, die aber bei Roheisen aus Dürrsteinerzen als feststehend zu betrachten ist.

b. Halbirtes oder graues und zugleich weißes Roheisen ist beim richtigsten Verhältniß der Erze gegen die Kohlen im Hohenofen erblasen, und deshalb wählen es auch die Frischer, weil es sich leicht bearbeiten läßt und bald frischt, vorzüglich gern.

c. Weißes und grelles Roheisen ist gewöhnlich leichtflüssig und frischt bald; allein es erleidet den stärksten Abbrand, weil es im Hohenofen am wenigsten Phlogiston aufzunehmen Gelegenheit gehabt hat. Die Wallonenschmiede, die nach der alten Einrichtung für den Abbrand nicht stehen dürfen und denen es nur darauf ankommt, daß das eingeschmolzene Gut schnell frischt, ziehen deshalb auch dieses Eisen vor.

d. Gehärtetes, oder Roheisen, welches rothglühend gleich nach dem Erstarren in fließendem Wasser abgelöscht worden ist, gewährt den doppelten Vortheil, daß es größtentheils von dem groben Sand, der sich beim Abstechen anhängt, und welcher im Frischheerd eine gierige rohe Schlacke geben würde, gereiniget wird, und dann daß es dadurch geneigter wird zu schmelzen und ein reineres Frischeisen zu geben.

Außerdem haben die Frischer vom Bruchansehen des Eisens noch mehrere Kennzeichen entlehnt, nach denen sie das Verhalten desselben im Heerd beurtheilen; man muß sie aber durch Erfahrung kennen lernen und deshalb kann ich mich auch auf keine Beschreibung einlassen, besonders weil sie häufig sehr unzuverlässig sind.

Die Zustellung beim Hohenofen kann zuweilen auch auf das Verhalten des Roheisens Einfluß haben, und man ist daher der Meinung gewesen, daß es sehr nützlich sey, wenn der Frischer sein Feuer nach der Zustellung, bei welcher das Eisen erblasen ist, einzurichten verstehe. Dies mag zuweilen wohl der Fall seyn, z. B. wenn das Roheisen bei einer engen Zustellung erblasen ist, fällt dasselbe mehr hartgehend aus, und erfordert daher einen engeren flacheren Heerd; allein eine gewisse stete Uebereinstimmung zwischen dem Gestell des Hohenofens und dem Feuerbau des Frischheerdes läßt sich durchaus nicht denken und würde auch für diejenigen, welche ihr Roheisen von mehreren Orten kaufen müssen, ohne allen Nutzen seyn.

§. 298.

§. 298. Allgemeine Eigenschaften und Kennzeichen des Roheisens aus den vorzüglichsten Schwedischen Bergrevieren.

Nach dem, was im vorigen § gesagt worden ist, scheint es sehr leicht zu seyn, den Grund anzugeben, weshalb das Stabeisen aus einem Bergrevier im besseren oder schlechteren Ruf steht, als aus einem anderen. Diese Untersuchung ist aber deshalb außerordentlich schwierig und unvollkommen, weil die Erze in jedem Bergrevier sehr verschieden sind, und weil jedes Hüttenwerk eine andere Beschickung verarbeitet. Im Allgemeinen kann man indeß bemerken:

Das Grangerder Roheisen steht in dem Ruf, daß es kaltbrüchiges Eisen geben soll; das gilt aber nur von den Erzen aus der sogenannten Siebensterngrube, die sehr reichhaltig und wegen des häufigen Vorkommens sehr wohlfeil sind, folglich auch sehr gesucht werden, obgleich sie immer kaltbrüchiges Eisen geben. Uebrigens kommen in diesem Kirchspiel auch Erze vor, die rothbrüchiges, und andere, die ganz vorzüglich gutes Roheisen geben, welches letztere um so sicherer der Fall ist, je weiter die Hütten von der Siebensterngrube entfernt sind. Die Eisengruben Gråsberg, Burångsberg, Håstberg, Iwikeberg, Björnberg, Norberg, Malsjöberg, Ormberg und mehrere andere andere im Kirchspiel Grangerde, geben ein gutes, theils weiches, theils steifes und festes Eisen. Deshalb ist auch die Verfügung getroffen, daß die besseren Roheisensorten aus diesem Kirchspiel mit einem besonderen Stempel, nämlich mit einem S, welches zähes Eisen (Segjärn) bedeutet, gezeichnet werden müssen.

Die Kirchspiele zu Norrberk und Söderberk enthalten sehr viele Gruben, die größtentheils etwas roth-

rothbrüchige Erze geben; allein sie haben auch sehr gutartige Erze aufzuweisen, die ein steifes und starkes Stabeisen liefern.

Das Norberger Bergrevier liefert aus seinen vielen Dürrsteinerzen zähes und starkes Stabeisen.

Bispberg, Skinskatteberg, Tuna, Folkärn, Garpenberg und Husby haben auch sehr gutartige Erze.

Roheisen aus den Erzen des Neukupferberger Bergreviers giebt ein gutes steifes Stabeisen. Die Erze aus der Swartwikgrube liefern das beste Material zu Stahl.

Unter den Gruben in Upland und Roslagen behaupten die Danemorer Erze aus der größten Teufe, wenn sie für sich allein und ohne andere Erze verschmolzen werden, vor allen den Vorzug, weil sie ein gleichartig gutes, äußerst dichtes und starkes Eisen geben, welches wegen seiner vorzüglichen Güte mit sehr wenig anderem Eisen in Schweden und mit gar keinem außerhalb Schweden verglichen werden kann. Einige kleinere Gruben in jenem Bergrevier geben ebenfalls ein sehr gutartiges Eisen, z. B. die Herrängsgrube, in welcher sehr reiche Erze brechen, und die Utöngrube, die wegen des weichen Eisens aus ihren Dürrsteinerzen berühmt ist.

Die Erze aus dem Norer Bergrevier geben mehrentheils ein gutes, festes und dauerhaftes Eisen, welches sich im Frischheerd leicht bearbeiten läßt. Das Eisen aus den Erzen des Linder Bergreviers ist etwas weicher und weniger fest.

Das Wärmelandische Bergrevier liefert Erze für alle mögliche Eisenarten, nur kein kaltbrüchiges Eisen. Die Persberger Gruben werden für die besten gehalten, und dann sollen die Normarker folgen, welche

ein starkes, so wie die Längbanshütter, welche ein weiches und zähes Eisen liefern.

Die Bergreviere Leckeberg, Berbäk, Wänga und Helleſta haben sehr wenig arme, aber gerade nicht sehr schlechte Erze.

Småland liefert aus den häufig vorkommenden und sehr bekannten aber größtentheilr sehr armen Taberger Erzen *), ein außerordentlich weiches Eisen, außerdem giebt es aber auch aus seinen vielen Sumpf- und Wieſenerzen noch kaltbrüchiges Eisen, welches zu manchen Zwecken sehr gut und anwendbar ist (§. 121.).

Diese Bemerkungen können nur im Allgemeinen und beispielweise gelten, weil Schweden einen großen Schatz von Erzen besitzt, die sich mit den größten Vortheilen zu Gußwaaren und zu Stabeisen verarbeiten lassen. Es würde einer weitläuftigen Abhandlung bedürfen, wenn man die Eigenschaften, den Gehalt und die beibrechenden Gebirgsarten der jetzt bekannten schwedischen Eisenerze genau auseinandersetzen wollte.

§. 299. Von der Auflösung des Roheisens.

In der achten Abtheilung, bei Gelegenheit der Auflösung des Eisens in allen Flüssigkeiten und Säuren im Allgemeinen, ist auch das Verhalten des Roheisens in dieser Rücksicht jedesmal mit angeführt, und eine Vergleichung mit dem geschmiedeten Eisen und dem

*) Nach Hausmann (Reise durch Skandinavien I. 158 f.) ist die Masse des Tabergs ein mit vielem Magneteisenstein gemengtes Grünsteinlager im Gneuse von sehr großer Mächtigkeit, welches, den zerstöhrenden Einwirkungen der Atmosphäre und der Gewässer mehr wie der angrenzende leicht verwitternde Gneus trotzend, als isolirtes Stückgebirge aus der übrigen Gebirgsmasse hervorragt.

dem Stahl angestellt worden. Es bleibt daher hier nur noch zu bemerken übrig, was die Auflösung der verschiedenen Roheisenarten in den verschiedenen Auflösungsmitteln betrifft.

1. Von der feuchten **Luft** wird das Roheisen bekanntlich angegriffen und in Rost verwandelt. Die Erfahrung lehrt indeß, daß sich dieser Rost sehr bald zu einer festen Rinde verhärtet, welche das darunter befindliche metallische Eisen dann gegen alle weiteren Angriffe der Luft und der Feuchtigkeit schützt. Gutartiges weißes Roheisen rostet später und bekommt die dünnste Rosthaut; graues, gaares, vorzüglich aber rothbrüchiges Eisen rostet stärker und setzt die dickste Rosthaut an. Das Roheisen verhält sich in dieser Rücksicht anders als das Stabeisen, welches vom Rost weit stärker angegriffen und davon so durchdrungen wird, daß es aufschwellt, und sich zuletzt durchaus in ein Pulver verwandelt. Wie das Roheisen allein, oder mit anderen Substanzen gemengt, durch Rosten so erhärten kann, daß es harte Massen bildet, habe ich schon (§. 214, 8.) gezeigt. Daß das Roheisen durch die schwarze Glühspanhaut, welche es beim Erkalten nach dem Gießen an der freien Luft ansetzt, gegen das Rosten geschützt wird, ist ebenfalls eine bekannte Sache.

2. In reinem **Wasser** löst sich das Roheisen zwar nicht wirklich auf, allein es verliert darin doch etwas von seinem Brennbaren und giebt brennbare Luft, worüber man in Bergman's Abhandlung, de analysi ferri, das Nähere findet. Wenn man ein kleines Stück Roheisen einige Minuten lang im Munde hält, spürt man eine weit stärkere Kälte, als von einem andern Metall, und zugleich auch einen feinen stiptischen, dem Eisen eigenthümlichen Geschmack, den

das geschmiedete Eisen nicht giebt. Auf diese Art läßt sich ein Roheisenkorn von einem anderen metallischen Regulus, dem er dem äußeren Ansehen nach gleicht, schon durch den bloßen Geschmack unterscheiden, wenn kein anderer Versuch zuläßig wäre.

3. Durch salziges Wasser wird das Roheisen stark angegriffen, wie Hr. Meier vor mehreren Jahren an einer gegossenen eisernen Kanonenkugel gezeigt hat (§. 225), die in einer metallenen Kanone 170 Jahre lang im Wasser gelegen hatte und daher gänzlich in Rost und Reißblei verwandelt worden war. Das mehrste Roheisen giebt bei der Auflösung in allen Säuren einen solchen reißbleiartigen Rückstand, wie wir gleich weiter sehen werden.

4. Ich habe schon (§. 228, 7.) gezeigt, daß mehrere Roheisenarten bei der Auflösung in Säuren einen reißbleiartigen Rückstand geben, der sich durchaus wie das bekannte Reißblei verhält, welches häufig in einigen Steinkohlen- und Kupfergruben vorkommt; auch habe ich angeführt, daß sich einige Roheisenarten, wenigstens in Salpetersäure, gänzlich auflösen, ohne einen solchen Rückstand zu hinterlassen. Ein solches Roheisen erhält man gewöhnlich aus Quicksteinerzen, wenn man einen so starken Erzsatz führt, daß das Eisen grell ausfällt, und aus Erzen, die etwas zum Rothbruch geneigt sind, die auch beim Abstich aus dem Hohenofen keinen Gaarschaum geben, welches bei den blutsteinartigen Dürrsteinerzen gewöhnlich der Fall ist. Um zu sehen, wie dieser reißbleiartige Rückstand, den man aus dem reinen geschmeidigen Eisen gar nicht erhält, eigentlich entstehen möge, und um auszumitteln, ob er ein wirklicher Bestandtheil, oder bloß ein zufälliger Gemengtheil des Eisens ist, der nur einigen Erzen seine Entstehung verdankt, ob er in dem Roh-

eisen

eisen, in welchem er sich befindet, immer in gleicher Quantität vorhanden, oder ob er nur ein bis zu einem gewissen Grad zerstörtes Eisen ist, wurden folgende Versuche angestellt:

A. Es wurden einige kleine Stäbchen von sehr grauem und gaarem Roheisen, wie man es gewöhnlich zu den Kanonen auf der Stückgießerei zu Hällefors anwendet, in feinem Sand im Kasten gegossen, wodurch das Eisen, weil die Stangen nur $\frac{1}{8}$ Zoll dick und $\frac{1}{2}$ Zoll breit waren, wegen des schnellen Erkaltens in den Sandformen, beim Zerschlagen auf dem Bruch eine ganz weiße Farbe erhalten hatte, und spröde und hart geworden war. An den Enden aber, bei den Eingüssen (welche wegen der größeren Quantität Eisen nicht so leicht erkalten konnten, also am längsten warm geblieben waren) war das Eisen lichtgrau, feinkörnig, weich und zähe geblieben. Die Stäbchen bestanden also aus zwei, dem Ansehen und den Eigenschaften nach ganz verschiedenen Metallen, obgleich sie aus einem und demselben Erz erblasen waren.

a. 25 Pfund von dem grauen Eisen lösten sich in Scheidewasser in kurzer Zeit ohne Beihülfe von Wärme größtentheils und mit Heftigkeit auf. Der Rückstand wurde mit frischem Scheidewasser übergossen und in einem Sandbade so lange digerirt, bis der letzte Aufguß keine Spur von Eisen mehr mit der Blutlauge angab. Als ich auf diese Weise dem Gewicht nach 39mal so viel Scheidewasser als Eisen angewendet hatte, bekam ich nur einen Rückstand von 22 Loth, oder von $2\frac{3}{4}$ Procent Reißblei, welches alle Eigenschaften des gewöhnlichen Reißblei hatte, indem es das Papier beschmutzte, in Säuren unauflöslich, im verschloßnen Feuer unschmelzbar war, mit Salpeter verpuffte und die Säure als rothe Dämpfe austrieb.

b. Auf

b. Auf 25 Pfund von dem weißen an dem anderen Ende der Stange abgeschlagenen Stück Eisen ward eben so viel Scheidewasser gegossen. Die Auflösung geschah zwar nicht mit der Heftigkeit, aber sie dauerte desto länger, indem eine gleiche Quantität von diesem weißen Eisen fünfmal so viel Zeit erforderte, um sich ohne Beihülfe der Wärme vollkommen aufzulösen, als das graue Eisen, ohne jedoch so viel Scheidewasser zur Auflösung zu bedürfen, als dieses, indem ich dem Gewicht nach nur 3½mal so viel Säure als Eisen anwenden durfte. Es blieb nur ein Rückstand von 9 Loth oder von $1\frac{1}{8}$ Procent, der in einem bläulichgrauen Pulver mit weißen Flecken bestand, welches vom Magnet nicht gezogen ward, aber nicht Reißblei war, sondern mit Borax zu einem klaren Glase floß und sich wie Kieselerde verhielt, die durch die Behandlung mit Salpetersäure zwar keine Anzeigen auf Eisen gab, aber doch etwas vom Magnet gezogen ward.

c. Von dem grauen Eisen (a) wurden 25 Pfund auf dieselbe Art, zuerst in der Kälte und dann in der Wärme mit 13mal so viel Vitriolsäure aufgelöst, bis sich nach mehrmaligem Aufgießen und 12stündigem Digeriren in der Siedehitze nichts mehr aus dem Rückstand auflösen wollte, welcher sich durchaus wie Reißblei verhielt, und 18 Loth oder $2\frac{1}{4}$ Procent wog.

d. 25 Pfund von dem weißen Eisen (b) gaben bei der Auflösung in Vitriolsäure, die minder heftig und in längerer Zeit, aber in derselben Quantität Säure erfolgte, einen Rückstand von 14 Loth oder von $1\frac{3}{4}$ Procent, der in einem aschgrauen Pulver bestand und nur schwach vom Magnet gezogen ward.

B. Um zu sehen, ob der größere oder geringere Gehalt an Reißblei von der Beschaffenheit der Erze, oder

oder vom Schmelzproceß herrühre, nahm ich zwei Probekörner von einem reichen 74 Procent Eisen haltenden Quicksteinerz.

a. Das eine Probekorn war mit gewöhnlichem Eisenfluß im Tiegel ausgebracht; es verhielt sich stark und zähe unter dem Hammer und hatte einen weißen schuppigen Bruch. Bei der Auflösung in Salpetersäure nach der oben beschriebenen Art, blieb ein Rückstand von 12 Loth oder von $1\frac{1}{2}$ Procent Reißblei.

b. Das zweite Probekorn war durch Schmelzen mit Kohlenstaub und etwas Borax in einem mit Gestübbe ausgefütterten Tiegel ausgebracht; es hatte einen ganz weißen Bruch, und war hart und sehr spröde. In Salpetersäure löste es sich mit großer Heftigkeit auf, ließ aber nur einen Rückstand von 6 Loth oder von $\frac{1}{4}$ Procent zurück, welcher in einem aschgrauen nicht reißbleiartigen Pulver bestand, das vom Magnet nicht gezogen ward.

C. Aus diesen Versuchen und den früheren Bemerkungen scheinen sich folgende Schlüsse zu ergeben:

a. Daß das Reißblei kein nothwendiger Bestandtheil des Eisens ist, weil es weder im Stabeisen noch in allen Roheisenarten vorhanden ist (§. 228, 7.), auch in einem und demselben Roheisen nicht immer dieselben Eigenschaften besitzt, indem die obigen Versuche (A, b. B, b.) zeigen, daß dasselbe Roheisen, aus welchem man, wenn es durch plötzliches Erstarren weiß geworden ist, nur bloß Kieselerde erhalten kann, Reißblei giebt, wenn es grau war.

b. Roheisen aus einer und derselben Art von Erzen, giebt nicht immer dieselbe Quantität Reißblei (B, a. b.). Diese Quantität hängt daher von der Art

ab,

ab, wie das Eisen dargestellt wird, und verändert sich auch, je nachdem das Eisen schneller oder langsamer erkaltet.

c. Es scheint daher, daß dieses Reißblei nichts anders ist, als eine Verbindung des in einem gewissen Grade zerstörten Eisens mit dem gröberen Brennbaren desselben, von welchem der feinere flüchtige Bestandtheil zum Theil verflüchtigt oder abgeschieden worden ist. Das Reißblei verhält sich zum Roheisen also etwa so, wie die Kohle zum Holz. — Daß das geschmeidige Eisen keinen solchen Rückstand giebt, scheint daher zu rühren, weil es nicht mehr Brennbares enthält, als zu seiner Metallität erforderlich ist.

D. Wenn man die kleinen Roheisenkörner genau betrachtet, die beim Hohenofen mit der Schlacke ausgearbeitet werden, und die sich beim Ausarbeiten an der Brechstange ansetzen, wird man finden, daß sie zischende Funken werfen und sich in demselben Augenblick in einen schuppigen Glimmer oder in Reißblei verwandeln, welches sich an dem unzerstörten Eisenkorn festsetzt. Eben das erfolgt auch auf der Oberfläche des gaaren Roheisens in dem Augenblick, wenn es abgestochen wird. Sollte man diesen Gaarschaum oder reißbleiartigen Gliminer daher nicht mit Recht für ein zerstörtes, oder noch besser für ein verkohltes Eisen halten? — Diese Vermuthung wird durch das vorhin (§. 57, 11.) angeführte Beispiel von dem verbrannten Trageisen in dem Gewölbe eines Hohenofens bestätigt, welches sich durch die Hitze größtentheils in ein schwarzes reißbleiartiges Pulver verwandelt hatte, das durch Kalciniren im Probirofen 74 Procent am Gewicht verlor, welcher Gewichtsverlust ohne Zweifel nur vom Brennbaren, und vielleicht auch von etwas Feuchtigkeit herrühren konnte. Der Rückstand

von

von 26 Procent bestand aus einem aschgrauen kieselartigen Pulver, welches kaum eine Spur von Eisengehalt zeigte. Einen noch stärkeren Gewichtsverlust, nämlich von 90 Procent, erlitt der vorhin angeführte Eisenglimmer oder Gaarschaum, der sich aus dem gaaren Roheisen gleichsam durch Krystallisiren ausscheidet, indem dieses Eisen davon mehr enthält, als es in der Kälte aufgelöst halten kann. Die von der Kalcination rückständige graue Eisenerde wird, wie ich schon oben (§. 62, 4. §. 275, c.) angeführt habe, etwas vom Magnet gezogen. Dort habe ich auch gezeigt, daß Stabeisen und Stahl, durch mehrmaliges Cementiren mit Kohlenstaub, äußerlich eine solche reißbleiartige Haut erhalten können, indem die Oberfläche, die sich ohne Bedeckung nothwendig in Glühspan verwandeln würde, so viel überschüssiges Brennbares aus der Kohle aufnimmt, daß endlich eine Art von Eisenkohle, oder ein zersetztes Eisen entsteht.

E. Scheele hat bewiesen, daß das gewöhnliche Reißblei und die Holzkohle einerlei Hauptbestandtheile haben, welche Entdeckung ich durch die im §. 270, III. angeführten Versuche (welche darthun, daß das Reißblei beim Stahlbrennen dieselben Dienste als die gewöhnliche Holzkohle verrichtet) zu bestätigen bemüht gewesen bin. Die äußerst geringe Quantität Reißblei, welche bei der Auflösung des Roheisens in Säuren zurückbleibt, gestattete mir die Anstellung jener Versuche zwar nicht; weil sich der Rückstand aber übrigens gerade so als das Reißblei verhielt, so würde dies auch wohl beim Stahlbrennen der Fall gewesen seyn. Durch ein größeres Quantum von diesem schwarzen Reißblei, welches ich durch langsames Glühen aus dem gaaren Roheisen erhalten hatte (§. 57, 11.), ward ich in den Stand gesetzt, folgende Stahlcementationsversuche anzustellen.

Es

Es wurden zwei dünne Zaine von ganz weichem Eisen und eine dünne Scherbe von weißem sprödem Roheisen mit diesem schwarzen Reißblei vorsichtig in einen Tiegel eingepackt, der sorgfältig verklebt in einen Windofen gebracht und vier Stunden lang der Weißglühhitze ausgesetzt ward. Nach dem Erkalten fand ich das eingesetzte Eisen ganz rein, ohne Glühspan und ohne Gewichtsverlust. Die geschmiedeten Zaine ließen sich in der Kälte eben so dünne ausrecken als das weiche Eisen, ohne zu bersten, oder Kantenbrüche zu bekommen; als ich sie aber rothglühend im Wasser ablöschte, waren sie vollkommen hart und zeigten sich nach dem Zerschlagen auf dem Bruch als der feinste Stahl, sie mogten vorher geschmiedet oder nicht geschmiedet seyn. Das Stück Roheisen verhielt sich eben so, es ließ sich nämlich kalt schmieden, und gab sich nach dem Härten als ein feiner Stahl zu erkennen.

Es geht aus diesem Versuch also hervor, daß das schwarze Reißblei, oder der sogenannte aethiops martis calcide factus, sich auch in dieser Rücksicht eben so verhält, als das gewöhnliche Reißblei, oder als die Holzkohle, und daß es vor dieser letzteren noch sogar den Vorzug hat, daß sich der mit demselben cementirte Stahl gleich nach dem Brennen kalt ausschmieden läßt, welches bei dem mit Holzkohle cementirten Stahl nicht der Fall ist, indem die Holzkohle dem Eisen beim Brennen mehr gröberes vielleicht auch unreineres Brennbares, als zur Umwandlung in Stahl nöthig ist, mittheilt, weshalb der Stahl auch mehr roheisenartig ausfällt, und mehrentheils nur durch Glühen im offnen Feuer und durch abermaliges Umschmieden verbessert werden kann, indem das überflüssige Brennbare dadurch ausgetrieben und die Geschmeidigkeit befördert wird. Ich habe schon oben gezeigt, daß bei einem lange fortgesetzten Glühen, Schweißen und

Schmie-

Schmieden endlich alles durch die Cementation aufgenommene Brennbare wieder verflüchtigt nnd der Stahl zu Eisen wird. Das schwarze Reißblei scheint daher aus sehr reinem Phlogiston und Luftsäure zu bestehen und nicht mehr davon zu enthalten, als zur Verwandlung des Eisens in Stahl nothwendig ist, weshalb derselbe auch sogleich nach der Cementation ausgeschmiedet werden kann, ohne abermals geglühet und gehämmert werden zu dürfen.

F. Nach allen bisher über das Eisen in seinem geschmeidigen und ungeschmeidigen Zustand angestellten Versuchen und nachdem wir dieses Metall bis zu dem äußersten Grad seiner Zerstörung, welche die Kunst nur hervorzubringen vermag, verfolgt haben; sollten wir wohl einen bestimmten Schluß auf seine Bestandtheile machen können. Weil es aber nur meine Absicht war, das Verhalten des Eisens und die Kennzeichen desselben anzugeben, wodurch es sich von anderen Metallen unterscheidet, und den darauf begründeten Nutzen für Künstler und Handwerker zu zeigen; so muß ich mich, was die innere Beschaffenheit dieses Metalles in seinen verschiedenen Zuständen betrifft, auf die hin und wieder in diesem Werk zerstreuten Bemerkungen und vorzüglich auf die Schriften solcher Gelehrten beziehen, die über diesen noch sehr dunklen Gegenstand einiges Licht verbreiten.

Unter den schwedischen Werken will ich vorzugsweise Wallerius Chemia physica und Bergman's Abhandlung de analysi ferri anführen. Aus der letzteren geht hervor, daß die erweislichen Bestandtheile des Eisens Phlogiston oder Feuermaterie und eine metallische Erde sind. In 100 Pfund Roheisen fand Bergman nach einer Mittelzahl von mehreren Versuchen:

Kie-

Kieselerde	2,20.
Reißblei	2,15.
Mangan	13,25.
Eisen	82,40.

nebst so viel Phlogiston, daß sich 43 Kubikzoll brennbare Luft bildeten, und so viel gebundene Feuermaterie, daß das Thermometer bis auf 36 Grad stieg. Daß die Verschiedenheiten des Eisens von dem verschiedenen Verhältniß dieser Bestandtheile herrühren, wird durch mehrere Versuche dargethan; auch zeigt Bergman, daß der Kaltbruch des Eisens wahrscheinlich durch eine eigenthümliche weiße Erde bewirkt wird, die sich, wie schon (§. 296, 16.) angeführt worden ist, aus dem Eisen abscheiden läßt. Aller angewandten Mühe ungeachtet konnte jener Chemiker den Eisenkalk doch nicht vollkommen dephlogistisiren oder die eigenthümliche Säure dieses Eisens darstellen, obgleich es sehr wahrscheinlich ist, daß die Eisenerde eben so wie das Arsenik die Eigenschaften einer Säure besitzt. Man muß indeß gestehen, daß noch viele Versuche erfordert werden, um die nächsten Bestandtheile des Eisens mit Zuverläßigkeit zu bestimmen und den Grund von allen Erscheinungen, die das Eisen darbietet, aufzufinden. Es scheint, daß dazu auch eine nähere Kenntniß der Luftarten und ihres Verhaltens unter einander und gegen andere Körper nöthig ist. Die raschen Fortschritte in den Untersuchungen der jetzt lebenden Chemiker versprechen uns in kurzer Zeit einen großen Aufschluß über die Natur des Eisens, und es ist nur zu wünschen, daß diese Versuche von einsichtsvollen und mit Experimentiren vertrauten Männern mögen angestellt werden *).

§. 300.

*) Bergman's Forschungen und Rinman's Untersuchungen verbreiteten das erste Licht über die Natur des Eisens. Diese beiden schwe-

§. 300. Vom Klang und von der Verzinnung des Roheisens.

Vom Klang des Roheisens.

Der Klang, oder das Vermögen, durch Berührung einen Ton von sich zu geben, ist eine Eigenschaft, die

schwedischen Gelehrten zeigten zuerst, daß ein gröberes Phlogiston — im Gegensatz des reinen elementarischen Phlogiston — die Verschiedenheit zwischen dem Roheisen, dem Stabeisen und dem Stahl bewirke; sie bewiesen, daß dies gröbere Phlogiston nichts anders sey, als ein kohliges graphitartiges Wesen, welches im Roheisen in der größten, im Stahl in einer geringeren und im Stabeisen nur in sehr geringer Menge anzutreffen sey. Es war den aufmerksamen Naturforschern ferner nicht entgangen, daß sich die verschiedenen Eisenarten nicht unter einerlei Umständen in Schwefel- und Salzsäure auflösen, sondern daß das Stabeisen in der Regel, neben der stärksten Hitzentwickelung, am mehrsten brennbare Luft erzeuge, während das Roheisen am wenigsten Gas ausströmen ließ und das Thermometer zum geringsten Wärmegrad erhob, der Stahl aber zwischen beiden in der Mitte stand. Diese Erscheinung gab den schwedischen Gelehrten Veranlassung anzunehmen, daß außer dem verschiedenen Verhältniß des gröberen Phlogiston (der Kohle) auch ein verschiedenes Verhältniß des elementarischen Phlogiston in den verschiedenen Eisenarten statt finde, und daß von diesem letzteren das Stabeisen am mehrsten, Stahl weniger und Roheisen am wenigsten enthalte.

Die französischen Chemiker **Vandermonde, Monge und Berthollet** prüften, einige Jahre später, diese Lehre, und bestätigten sie durch wiederholte abgeänderte Versuche. Obgleich also die schwedischen Gelehrten den wahren Grund der Verschiedenheit der Eisenarten zuerst aufdeckten, so gebührt doch den französischen Chemikern das Verdienst, diese jetzt in allen chemischen Lehrbüchern aufgenommene Ansicht durch neue Thatsachen bestätigt und erweitert und sie dadurch allgemein verbreitet zu haben, daß sie, dem Geist der neu entstandenen antiphlogistischen Lehre gemäß, der Feuermaterie oder dem Elementarphlogiston einen neuen Ausdruck, und mit ihm leider! einen neuen Begriff substituirten. Man setze nämlich statt Feuermaterie oder Phlogiston, Princip der Metallität, im Gegensatz von Oxydation, so stimmt die Lehre der französischen Chemiker genau mit der der schwedischen überein. Ob aber diese Uebertragung der phlogistischen Ansichten auf das antiphlogistische System, zum Vortheil für die Erforschung der Ursachen der Verschiedenheit der Eisenarten geschehen ist, wird sich aus dem Folgenden ergeben. Die schwedischen Gelehrten bemerken: Stahl muß, wenn er aus Roheisen ge-

die den Metallen in einem hohen Grad zukommt, und welche mit ihrer Härte, in Verbindung mit einem gewissen

gemacht wird, mehr Feuermaterie aufnehmen und umgekehrt einen Theil abtreten, wenn man Stabeisen zu seiner Bereitung nimmt, und weil die Menge der entzündbaren Luft von der Quantität des reinen Phlogiston oder der Feuermaterie abhängt, so ist es wahrscheinlich, daß der Stahl im Phlogistongehalt das Mittel zwischen dem Roheisen und dem Stabeisen halten wird. — Da nach antiphlogistischen Ansichten Mangel an Phlogiston und Oxydationszustand mehrentheils gleichbedeutende Begriffe waren, so wurden die französischen Chemiker dadurch wahrscheinlich bewogen: im Roheisen, außer dem Kohlenstoff, noch einen Sauerstoffgehalt anzunehmen, und *darin scheint mir* der erste Grund zu der allgemein verbreiteten Meinung: Roheisen sey noch nicht völlig reducirtes Eisen — zu liegen. *Warum die* französischen Chemiker nicht auch im Stahl noch einen *Antheil* Sauerstoff finden wollen, ist nicht einzusehen, weil derselbe Grund, welcher sie veranlaßte, den Sauerstoffgehalt des Roheisens zu behaupten, auch beim Stahl anwendbar war. Ohne die großen fast riesenhaften Fortschritte zu verkennen, welche die Chemie durch die antiphlogistische Lehre gemacht hat, und ohne zu läugnen, daß es für den Zustand der Wissenschaft und für die Erkenntniß der Dinge in tausend Fällen zuträglicher war, statt des leeren Begriffs: Mangel eines Körpers an Phlogiston, den reellen einer Verbindung des Körpers mit Sauerstoff anzunehmen; muß man doch gestehen, daß man bei dieser Verwechselung der Begriffe mit der größten Vorsicht hätte verfahren und sie nur dann vornehmen müssen, wenn man von der Anwesenheit des Sauerstoffs wirklich überzeugt war. Im vorliegenden Fall ist dies nicht geschehen, und man schloß nur von der Menge des sich entwickelnden Wasserstoffgas auf das relative Verhältniß der metallisch-reguliniſchen Theile in den verschiedenen Eisenarten. Ein Zufall fügte es, daß die Chemiker mit Roheisen arbeiteten, welches wenig oder gar keine Erdenmetalle enthielt, sonst würden sie aus Roheisen mehr brennbares Gas erhalten haben als aus dem Stabeisen, und mit dieser Erscheinung hätte die kaum begründete Theorie wieder abgeändert werden müssen. Hätten die französischen Chemiker den Ausdruck: Verschiedenheit des Verhältnisses an elementarischem Phlogiston, nicht ächt antiphlogistisch übersetzt, so würde vielleicht niemals vom Sauerstoffgehalt des Roheisens die Rede gewesen seyn, sondern man würde sich bemüht haben, die Ursache aufzusuchen, warum Roheisen bei der Auflösung in Säuren weniger Luft entwickelt als Stahl, und dieser weniger als Stabeisen; man würde die entwickelten Luftarten näher geprüft und gefunden haben, daß nicht der Sauerstoffgehalt des Roheisens, sondern die Verbindung des Eisens mit Kohle, die Ursache der Verschiedenheit in den Quantitäten der Luftentwickelung gewesen sey. Wäre der Sauerstoffgehalt die Ursache, so würde —

ich

wissen Grad der Sprödigkeit, oder mit einem Wort, mit ihrer Spannkraft im Verhältniß zu stehen scheint.

Dies

ich muß es wiederholen—auch Stahl-Sauerstoff enthalten müssen, wovon die französischen Chemiker ihn vielleicht nur deshalb frei zu sprechen gezwungen waren, weil die Bereitungsmethode des Stahls aus reinem Stabeisen, durch Cementiren desselben mit Kohle, wobei eher eine Entfernung als eine Verbindung mit Sauerstoff möglich ward, das Unhaltbare der Theorie zu deutlich dargelegt, und sie mit der Erfahrung in einen zu großen Widerspruch gesetzt haben würde. So vielen Dank der wissenschaftliche Metallurg den französischen Chemikern also auch schuldig ist, daß durch sie die ersten aufgeklärten Begriffe über die Natur des Eisens in seinen verschiedenen Zuständen allgemeiner verbreitet wurden, so ist doch nicht zu läugnen, daß sie es waren, welche den weiteren Forschungen der Chemiker über die Verbindung des Eisens mit Kohle durch das Ueberredende ihres Vortrags und durch den Einklang, in welchen sie das Verhalten der Eisenarten mit den neuen antiphlogistischen Ansichten zu bringen wußten, auf lange Zeit ein Ziel setzten. Nach den fast allgemein angenommenen Ansichten der französischen Chemiker ist Stabeisen reines, von Oxygen und Kohlenstoff völlig freies Eisen; Stahl ist völlig reducirtes Eisen, welches noch Kohlenstoff enthält, aber in geringerer Menge und in gleichförmigerer Verbindung als das Roheisen, welches ein noch nicht völlig reducirtes und zugleich mit Kohlenstoff verbundenes Eisen darstellt. Von der verschiedenen Quantität des Sauerstoffs und des Kohlenstoffs hängt es nach dieser Theorie ab, ob das Roheisen weiß und hart, oder grau und weich seyn soll; das harte weiße Roheisen enthält nämlich weniger Kohlenstoff und mehr Sauerstoff, als das graue, welches in dem Verhältniß, als der Kohlengehalt zunimmt, mit weniger Sauerstoff verbunden bleibt, und daher auch zuweilen ganz frei von Sauerstoff seyn kann.

Auch die englischen Chemiker und Metallurgen haben diese Theorie über die Natur des Eisens allgemein angenommen. Musher, der in der neuesten Zeit die gründlichsten und sehr ins Große gehenden Versuche über die Verbindung des Eisens mit Kohle angestellt hat, übergeht indeß den Sauerstoffgehalt des Roheisens ganz, und zeigt (Philos. Magaz. XIII. 142 etc.), daß die Härte des Eisens im Verhältniß des Kohlengehalts zunimmt, und zwar dergestalt, daß bei einem Kohlengehalt von 1,7 Procent das Maximum der Härte des Eisens erreicht ist, in welchem Zustand das Metall eine silberweiße Farbe hat, sein körniges Gefüge verliert und Krystallgestalt annimmt. Bei zunehmendem Kohlengehalt vermindert sich die Härte wieder in zunehmendem Verhältniß, so daß ein Kohlengehalt von 0,8 Procent weichen Gußstahl, von 1 Procent gewöhnlichen Gußstahl, von 1,11 Procent etwas härteren und von 2 Procent zu harten wil-

den

Dies ist der Grund, warum alle gegoßnen Metalle oder alle Legirungen zu Glocken und zu anderen tönenden

den Gußstahl, von 4 Procent weißes Roheisen, von 5 Procent halbirtes und von 6,5 Procent Kohle dunkelgraues Roheisen hervorbringt. Obgleich ich die Richtigkeit dieser Angaben nicht bezweifle, so habe ich doch gegen die Richtigkeit der daraus gezogenen Folgerungen ein großes Mißtrauen, weil ich häufig in dem weichsten dunkelgrauen Roheisen nicht mehr als 4 Procent Graphit und in dem härtesten silberweißen Roheisen 4½ bis 5 Procent Kohle gefunden habe. Der verschiedene Gehalt an Kohlenstoff kann also für sich allein die Verschiedenheit des Eisens in der Härte, Farbe und Textur nicht begründen.

Der Sauerstoffgehalt des Roheisens ist gänzlich zu läugnen, weil er sich im Laboratorio nicht auffinden läßt, und weil die Erscheinungen in Tubalkains Werkstätten ebenfalls eine völlige Abwesenheit desselben beweisen und keine einzige auf die entfernteste Weise die Annahme des Sauerstoffgehalts im Roheisen rechtfertigen würde. Man erkläre doch, warum das angeblich sauerstoffreichere weiße Roheisen leichter zu Stahl oder zu stahlartigem Eisen wird, als das graue kohlenstoffhaltigere, welches gerade wegen seines größeren Kohlenstoffgehalts eher Stahl als Stabeisen geben müßte; man erkläre, warum das graueste und weichste Roheisen weiß, hart und spröde wird, wenn man es auf einer kalten Platte ausgießt und warum es grau und weich bleibt, wenn es langsam erkaltet; man erkläre, warum Stabeisen, mit Kohle oder mit Graphit geschmolzen, bald graues bald weißes Roheisen giebt; man erkläre endlich, warum Roheisen bloß dadurch, daß man es lange im geschmolzenen Zustand erhält, oder daß man es mit Substanzen cementirt, die ihm durchaus seinen Sauerstoffgehalt nicht entziehen können, und die sogar selbst Sauerstoff in der Glühhitze abtreten, in Stahl oder in Stabeisen umgeändert werden kann. Seit längerer Zeit bin ich bemüht gewesen, den Sauerstoffgehalt des von Natur und durch Kunst — nämlich durch plötzliches Erkalten des grauen Roheisens — gebildeten weißen Roheisens aufzufinden, allein auch bei den genauesten und ich hoffe sagen zu dürfen vorurtheilslosesten Versuchen ist es mir nicht gelungen, eine Erscheinung zu bemerken, welche darauf hindeuten könnte. Graues und weißes Roheisen in Königswasser aufgelöst, und im Maximo der Oxydation aus der Auflösung niedergeschlagen, gaben ganz gleiche Quantitäten Eisenoxyd. Graues und weißes Roheisen reducirten gleiche Quantitäten Glätte, und nur durch zufällige Umstände, die sich bei Schmelzversuchen in starker Hitze nie vermeiden lassen, war zuweilen mehr weißes, aber auch eben so oft mehr graues Roheisen zur Reduction einer gewissen Menge Bleioxyd nothwendig. Den Einwurf: daß es mit den gewöhnlichen Ansichten unverträglich sey, einen Sauerstoff- und Kohlenstoffgehalt zu gleicher Zeit im Roheisen anzunehmen, weil nicht

ein-

nenden Körpern vorzüglich geeignet sind, besonders wenn dabei auf eine zweckmäßige Gestalt Rücksicht genom-

einzusehen sey, warum der Sauerstoff in der starken Hitze mit dem Kohlenstoff nicht zum kohlensauren Gas zusammentrete, haben die französischen Chemiker schon selbst beantwortet, auch ist darauf wenig zu halten, weil uns die Verbindungen des Kohlenstoff mit Sauerstoff im Minimo des letzteren noch unbekannt sind, und weil es sehr wohl denkbar, ja sogar höchst wahrscheinlich und durch Versuche ziemlich erwiesen ist, daß sich die Kohle mit einem oxydirten Körper verbinden und demselben fremdartige Eigenschaften mittheilen kann. Hindeuten muß ich aber auf den Umstand, daß das weiße bei einem übersetzten oder bei einem schlechten Gange des Hohenofens erzeugte Roheisen bei der Auflösung in Säuren mehr Kieselerde zurückläßt als das gaare, bei einem schwachen Erzsatz und bei einem hitzigen Gang des Ofens entstandene graue Roheisen. Da nun die Erde als Metall mit dem Eisen verbunden war, und das Kieselmetall sehr geneigt ist, sich zu oxydiren und als Erde aus der Verbindung mit Eisen auszuscheiden, so läßt sich eine Vereinigung von Eisen, Sauerstoff und Kieselmetall nicht füglich annehmen, obgleich ich die Möglichkeit einer solchen Verbindung nicht ganz läugnen will.

Alle analytische Untersuchungen führen darauf zurück, daß die Verschiedenheit der Eigenschaften des Stabeisens, des Stahls und des Roheisens bloß durch die Verbindung des Eisens mit Kohlenstoff bewirkt wird; daß Metalle, Erdenmetalle, Schwefel und Phosphor zufällige Begleiter des Roheisens sind, welche sich lediglich nach den Erzen richten, aus welchen das Eisen erzeugt ward; daß von diesen Verbindungen mit Metallen, Schwefel und Phosphor die charakteristischen Eigenschaften des Roheisens, durch welche sich dasselbe vom Stahl und vom Stabeisen unterscheidet, nicht abgeleitet werden können, und daß die größere oder geringere Strengflüssigkeit, so wie die größere oder geringere Härte des Eisens einzig und allein von der Verbindung desselben mit Kohlenstoff abhängen. Der Kohlenstoff ist es, durch den das Eisen bestimmt wird, als weißes oder als graues Roheisen, als Stahl oder als Stabeisen zu erscheinen; Schwefel und Phosphor und andere fremdartige zufällige Beimischungen können die Natur des Eisens in seinen drei verschiedenen Zuständen durchaus nicht abändern, obgleich sie demselben wohl besondere Eigenschaften, z. B. leichtere Schmelzbarkeit im Roheisenzustande, oder Kaltbrüchigkeit und Rothbrüchigkeit im Zustande des Stahls und des Stabeisens mitzutheilen im Stande sind.

Der eben ausgesprochene Satz scheint mit der, bei Anführung der Musketschen Versuche aufgestellten Behauptung: daß der verschiedene Gehalt an Kohlenstoff für sich allein die Verschiedenheit des Eisens in der Härte, Farbe und Textur nicht begründen könne, im Widerspruch zu stehen. Dieser Widerspruch ist indeß

genommen wird. Dieser letzte Umstand trägt sehr viel zur Beförderung des Klanges bei, und das weichste Me-

nur scheinbar. Die Natur und die Eigenschaften des Eisens werden nämlich nicht bloß durch die Quantität des mit demselben vorbundenen Kohlenstoffs, sondern außerdem auch — und dies ist bisher unbeachtet geblieben — durch die Art, mit welcher der Kohlenstoff mit dem Eisen in Verbindung getreten ist, bestimmt, so daß diese beiden Umstände zusammengenommen, über die Härte, Farbe, Textur und über das Verhalten des Eisens in der Schmelzhitze entscheiden. Proust und Berzelius haben sehr gründlich bewiesen, daß sich die Körper nicht nach unendlich vielen, sondern nur nach wenigen genau und scharf bestimmten Verhältnissen mit einander verbinden, und daß diese Verbindungen in den mehrsten Fällen deshalb so schwierig aufzufinden und zu erkennen sind, weil die entstandene Verbindung von dem einen im Ueberschuß vorhandenen Körper aufgelöst werden kann, und als ein homogenes Gemisch erscheint, welches Berthollet zu der Voraussetzung veranlaßte, daß sich zwei Körper, welche sonst nur Anziehung zu einander zeigen, in allen möglichen Verhältnissen mit einander verbinden lassen. Beispiele von solchen bestimmten Verbindungen zweier Körper, welche im Uebermaaß des einen aufgelöst seyn können, geben die Verbindungen der Metalle mit den Metallen, mit Schwefel und Phosphor. Die Verbindungen der Metalle mit Kohle sind noch zu wenig bekannt, auch ist es noch nicht entschieden, ob alle Metalle mit dem Kohlenstoff in Verbindung treten; mit Bestimmtheit wissen wir nur, daß beim Eisen, Zink und Mangan eine Vereinigung mit Kohle statt findet. Welche Eigenschaften aber diese Verbindungen besitzen, und in welchen Verhältnissen sie statt finden, das dürfte deshalb schwer zu bestimmen seyn, weil wir diese Verbindungen nie für sich allein, sondern jederzeit im Uebermaaß des einen Bestandtheils, nämlich des Metalls, antreffen, und weil der Chemiker noch kein Mittel kennt, diese Verbindungen zu trennen, ohne die Kohle zu zerstören und sie zu neuen Verbindungen zu veranlassen, wobei die Quantitätenbestimmung unmöglich gemacht wird.

Daß das Eisen nur eine gewisse Quantität Kohle aufzunehmen vermag, und daß sich diese bis jetzt noch völlig unbekannte Verbindung des gekohlten Eisens (wenn ich sie so nennen darf) in allen möglichen Verhältnissen im Eisen auflöst und dadurch alle Abstufungen vom weichsten Stahl zum härtesten und sprödesten Roheisen bildet, läßt sich nur dadurch beweisen, daß wir das Verhalten des Eisens mit Kohle, da wo diese Verbindung deutlicher und reiner hervortritt, näher untersuchen. In der elektrischen Reihe ist der Kohlenstoff als elektrischpositiv, das Eisen als elektrischnegativ anzunehmen; der positivere Körper übt seinen Einfluß auf den negativeren selbst dann noch kräftig aus, und theilt dem negativeren ganz andere Eigenschaften mit, wenn er auch nur in sehr geringer Menge vorhanden wäre; dies ist der

Grund,

Metall, welches wenig oder fast gar keinen Klang hat, bekommt diese Eigenschaft in einem bedeutend höheren Gra-

Grund, warum das Eisen die Wirkungen der Kohle auch dann nicht zu überwältigen vermag, wenn das Eisen in der Quantität ein entschiedenes Uebergewicht hat. In je größerer Menge der positivere Körper vorhanden ist, in desto auffallenderem Grade müssen die charakteristischen Eigenschaften des negativeren verloren gehen. Größere Härte und Sprödigkeit, strahligblättrige Textur, weiße Farbe und leichtere Schmelzbarkeit sind im vorliegenden Fall die Wirkungen des zunehmenden Verhältnisses des positiveren Körpers; geringere Härte, zunehmende Dehnbarkeit, körniges Gefüge, lichtgraue Farbe und größere Strengflüssigkeit treten mit seinem abnehmenden Verhältniß immer mehr und mehr hervor, und endlich wenn der positivere Körper ganz (wenigstens so rein als möglich, denn auch das allerreinste Stabeisen dürfte nicht frei von Kohle seyn) ausscheidet, zeigen sich die charakteristischen Eigenschaften des negativen Körpers, Weichheit und völlige Dehnbarkeit, zackiges Gefüge, bläulichweiße Farbe und die größte Strengflüssigkeit, rein und deutlich. Am auffallendsten wird die Härte des Eisens durch den Kohlenstoff modificirt; durch diese Wirkung der Kohle wird die Elasticität des Stahls und der Mangel an Elasticität des weichsten und dehnbarsten Stabeisens erklärlich; durch sie wird es einleuchtend, warum das körnige Gefüge des Stahls auch durch den stärksten mechanischen Druck nicht verändert werden kann, wogegen die körnige Textur des Stabeisens der äußeren Kraft nicht zu widerstehen vermag, indem sie unter dem Hammer verloren geht und zu einem sehnigen lamellösen Gefüge umgeändert wird. Da nun in dem besten und vollkommensten Stahl nur 1 Procent Kohle aufgefunden werden kann, so geht daraus hervor, wie groß die Wirkung der Kohle auf das Eisen ist, und wie sehr sie ihre positive Herrschaft über das negative Substrat ausübt.

Mehrere Metalle (am deutlichsten Zinn und Eisen, von denen das erstere im Vergleich zum letzteren ein elektrisch positiver Körper zu nennen ist) geben uns Beispiele von zweifachen Verbindungen: eine, in welcher der positivere, und eine zweite, in welcher der negativere Körper, aber jederzeit in einem bestimmten und festen Verhältniß, im Uebermaaß hervortritt. Dasselbe Verhalten finden wir bei der Vereinigung der Kohle mit dem Eisen wieder. Bei der Verbindung, deren Eigenschaften wir so eben näher untersuchten, trat der negativere Körper, das Eisen, im Uebermaaß hervor; wir hatten eine Verbindung von Eisen mit Kohle, die sich in unbestimmten Verhältnissen mit mehrerem Eisen verbinden, oder sich in dem einen der Bestandtheile dieser Verbindung auflösen, und daher noch die mehrsten charakteristischen Eigenschaften des negativeren Körpers erhalten konnte. Lassen wir aber jetzt den positiveren Körper, die Kohle, im Uebermaaß hervortreten, so haben wir eine zweite Verbindung des Eisens mit der Kohle, in

Grade, wenn es eine gewisse Gestalt erhält. Dies zeigt sich vorzüglich beim Blei, welches unter allen Me-

welcher der negativere Körper nicht mehr durch seine in die Sinne fallenden Eigenschaften, sondern nur durch sein elektrisch-chemisches Verhalten wieder aufzufinden ist, indem der positivere Körper sowohl durch sein elektrisch-chemisches Uebergewicht, als auch durch das größere Massenverhältniß alle Eigenschaften des negativen Körpers zerstört und aufgehoben hat. Das Reißblei oder der Graphit ist es, welcher diese Verbindung darstellt. Die Chemiker sind zwar noch nicht einig, ob der Graphit 5 oder 6, vielleicht gar 10 Procent Eisen enthalten soll, allein so viel ist gewiß, daß im Graphit immer nur ein und dasselbe unabänderliche Verhältniß der Kohle zum Eisen, es sey nun wie 5 oder wie 10 zu 100, statt findet. Wir haben also zwei ausgezeichnete Verbindungen des Eisens mit Kohle: die eine von wenig Kohle mit vielem Eisen, die zweite von viel Kohle mit wenig Eisen. Nur die letztere ist bekannt und für sich allein rein darstellbar. Von der ersteren kennen wir das Mischungsverhältniß nicht; wir wissen nicht, welches das Maximum von Kohle ist, welches das Eisen aufzunehmen vermag, weil wir nicht wissen, ob wir es mit einer reinen Verbindung des gekohlten oder des kohlenhaltigen Eisens, oder nur mit Verbindungen des gekohlten Eisens mit Eisen zu thun haben. Nur das weiße Roheisen, welches ausgezeichnet hart und spröde und dabei vollkommen blättrig und leichtflüssig ist, und in welchem die Analyse den größten Kohlengehalt auffindet, könnte als eine dem reinen kohlenhaltigen Eisen sich nähernde Verbindung angesehen, das wenig spröde weiße Roheisen und aller Stahl ohne Ausnahme müssen dagegen als Verbindungen des gekohlten Eisens mit Eisen betrachtet werden. So wie sich nun die Verbindung des Eisens mit Kohle im Uebermaaß des einen Bestandtheils nach unbestimmten Verhältnissen auflöst und weißes Roheisen und Stahl nach allen möglichen Gradationen bildet, eben so finden wir auch eine Auflösung der Verbindung der Kohle mit Eisen, oder eine Auflösung des Graphit in einem seiner Bestandtheile, nämlich im Eisen, in dem grauen, weichen und strengflüssigen Roheisen, und zwar ebenfalls nach unbestimmten Verhältnissen, nur mit dem Unterschied, daß diese neue Verbindung weit schwächer ist, als die frühere ihr voran gegangene Verbindung der Kohle mit dem Eisen, weshalb die charakteristischen Eigenschaften des Eisens durch diese neue Verbindung desselben mit Graphit nicht merklich geändert werden. Außer der leichteren Schmelzbarkeit finden wir nämlich beim grauen Roheisen völlige Weichheit, Ductilität und körniges Gefüge, wie beim Stabeisen. Die Kohle wird hier also durch das Eisen, mit welchem sie sich vorher zum Graphit verband, so beschäftigt, daß sie in dem grauen Roheisen nicht die auffallenden Veränderungen der Härte, des Gefüges und der Dehnbarkeit hervorbringen kann, welche wir beim weißen Roheisen und beim Stahl wahrnehmen, obgleich sehr häufig graues Roheisen angetroffen wird, welches

bis

Metallen am wenigsten klingt, aber in kugelförmigen oder ellipsöidischen Segmenten, wie Reaumur schon 1726 gezeigt hat, einen ziemlichen Klang giebt.

Ueber

bis 5 Procent Graphit enthält, worin sich so viel Kohle befindet, daß das Roheisen im höchsten Grade weiß, spröde, hart und strahlig erscheinen müßte. Hierdurch wird es auch sehr erklärlich, warum das graue Roheisen viel weniger zur Stahlbereitung geschickt ist als das weiße, obgleich das graue Roheisen oft noch mehr Kohlenstoff als das weiße enthalten kann. — Ob sich die Verbindung der Kohle mit dem Eisen oder der Graphit auch in dem anderen seiner Bestandtheile, nämlich in der Kohle, nach unbestimmten Verhältnissen auflöst, ist kein Gegenstand der vorliegenden Untersuchung; es sey mir aber erlaubt, den Anthrecit oder die Kohlenblende für eine solche Verbindung des Graphit mit Kohle zu halten.

Sehr merkwürdig ist es, daß diese beiden Verbindungen des Eisens, nämlich die des Eisens mit gekohltem Eisen, und des Eisens mit eisenhaltiger Kohle (Graphit), nicht die geringste Verwandtschaft zu einander haben. Bei dem so genannten halbirten Eisen, oder bei dem Roheisen, welches man erhält, wenn der Hohenofen aus dem gaaren in den rohen, oder umgekehrt aus dem rohen in den gaaren Gang übergeht, finden wir sehr bestimmt und deutlich diese beiden Verbindungen des Eisens mit der Kohle auf der Bruchfläche, indem wir im ersten Fall das weiße harte Roheisen stellenweise im grauen weichen, und im letzten Fall das graue weiche im weißen harten Roheisen verbreitet sehen. Diese Erscheinung beweist, wie genau und innig die Verbindungen des Eisens mit dem gekohlten Eisen und des Eisens mit der eisenhaltigen Kohle seyn müssen. Aber ungeachtet dieses Mangels an Verwandtschaft zwischen den beiden Verbindungen zeigen uns andere Erscheinungen, wie mächtig die Herrschaft ist, welche der positivere Körper auf den negativeren ausübt; der positivere strebt nach einer allgemeinen Verbindung, und der negativere kann sich nur leidend verhalten. Nie kann das weiße Roheisen, oder die Verbindung des Eisens mit gekohltem Eisen, ohne Zutritt eines dritten Körpers (des Sauerstoffs) verändert werden, und auch selbst beim Zutritt des Sauerstoffs beschränkt sich seine Wirkung nur auf die successive Verminderung des Kohlenstoffs, wodurch der Uebergang des weißen Roheisens in harten und weichen Stahl und endlich in Stabeisen bewirkt wird. Ganz anders verhält sich das graue Roheisen, oder die Verbindung des Eisens mit eisenhaltiger Kohle. Die Kohle verläßt nämlich, auch ohne Zutritt eines dritten Körpers, ihre enge Verbindung mit dem wenigen Eisen im Graphit, um sich mit einer größeren Menge des negativen Körpers zu verbinden; wir sehen das weiße Roheisen aus dem grauen, also eine weiße spröde Masse mit strahligblättriger

Tex-

Ueber das Verhalten des Eisens in dieser Rücksicht habe ich schon bemerkt, daß das geschmiedete Eisen

Textur aus einer grauen weichen Substanz mit körnigem Gefüge plötzlich dadurch entstehen, daß die letztere schnell zur Erstarrung gebracht wird. Statt der Verbindung des Eisens mit Graphit erhalten wir eine Verbindung des Eisens mit Kohle, und wenn die Erstarrung schnell genug erfolgte, so ist auch keine Spur von Graphitbildung mehr im Roheisen zu bemerken. Da wir noch nicht wissen, in welchem Zusammenhang die Krystallisation mit der Elektricität und diese mit der chemischen Wirkung der Körper auf einander stehen, so können wir auch die Ursache dieser auffallenden Erscheinung nicht erklären, obgleich die Wirkung, nämlich die Aufhebung der vorigen und die Entstehung einer neuen Verbindung, klar vor Augen liegt, und die Herrschaft des positiveren Körpers über den negativeren deutlich bewährt.

Obgleich ich durch das Vorgetragene bewiesen zu haben glaube, daß die Theorie des Eisens nothwendig auf die Verbindung desselben mit Kohle zurückgeführt werden muß, so sehe ich doch das Mangelhafte unserer Erkenntniß von der Natur und Beschaffenheit dieser Verbindung um so mehr ein, als die analytischen Untersuchungen beim jetzigen Zustand der Wissenschaft noch kein genügendes Resultat geben, und die Erscheinungen in der großen Werkstätte der Eisenerzeugung nicht dazu geeignet sind, viel Licht über diese problematische, von tausend kleinen Umständen, sogar von der elektrischen Beschaffenheit der Atmosphäre abhängigen Verbindung zu verbreiten. Was als Resultat der zeitherigen Versuche und Beobachtungen über das Eisen hervorgeht, mögte etwa in folgenden wenigen Sätzen enthalten seyn:

1. Stabeisen ist reines Eisen mit einem Minimo von Kohlenstoff verbunden, dessen geringe Quantität sich nicht mehr angeben läßt. Eisen ohne alle Kohle würde vielleicht zu weich seyn und daher einen zu geringen Zusammenhang haben, um zu den mehrsten Behufen angewandt werden zu können. Wahrscheinlich ist das Stabeisen, welches sehr viele trockne Hitze ausgestanden hat, oder welches, wie man zu sagen pfleat, überwärmt ist, ein solches zu sehr des Kohlenstoffs beraubtes Stabeisen, welches wenig Zusammenhang hat und leicht unter dem Hammer zerfährt.

2. Stahl ist reines Eisen mit $\frac{1}{10}$ bis 1 Procent Kohlenstoff. Aller Stahl, der über 1 Procent Kohle enthält, mögte vielleicht schon zu spröde und zu leichtflüssig seyn, auch seine Dehnbarkeit völlig verloren haben. Der wilde Rohstahl, den man wegen seiner Härte gern zu den Zieheisen bei den Drathfabriken nimmt, steht zwischen dem dehnbaren Stahl und dem spröden Roheisen in der Mitte.

3. Roheisen ist entweder reines Eisen mit $1\frac{1}{2}$ bis 5 Procent, vielleicht auch noch mehr Kohlenstoff, oder es ist eine Verbindung des reinen Eisens mit Graphit in unbestimmten Verhältnissen.

Ueber

sen am wenigsten klingt, daß aber einige gehärtete Arbeiten davon, besonders bei einer zweckmäßigen Gestalt,

Ueber 5 Procent Graphit habe ich indeß in keinem grauen Roheisen angetroffen. In der Hitze kann das Roheisen mehr Graphit auflösen, als im erkalteten Zustande, weshalb das graue Roheisen beim langsamen Erkalten einen Theil des aufgelösten Graphit ausstößt.

4. Das graue Roheisen und das Stabeisen lösen sich am schnellsten und mit der heftigsten Gasentwickelung, und ersteres mit Zurücklassung von reinem Graphit in Säuren auf, geben auch am mehrsten Sauerstoffgas. Stahl und weißes Roheisen lösen sich um so langsamer auf, je mehr Kohlenstoff mit ihnen verbunden ist. Die völlige Abscheidung des Eisens von der Kohle hält bei weißem Roheisen ungemein schwer und läßt sich nur durch wiederholtes Uebergießen und Kochen mit Salzsäure oder Königswasser bewirken, wobei aber ein Theil der oxydirten Kohle von der Säure mit aufgelöst wird. Die zurückbleibende Kohle hat zuerst eine schwarzbraune Farbe, die aber immer mehr ins Rothe und Gelbe übergeht, je öfterer sie zur Wegschaffung des Eisengehalts mit Säuren gekocht wird. Je lichter ihre Farbe wird, desto leichter ist sie in Säuren und sogar in gesäuertem Wasser auflösbar, weshalb die Quantitätenbestimmung so sehr schwierig ist, indem sie sich auch in Alkalien und sogar in Salzen auflöst. Das kohlenhaltige Eisen entwickelt bei der Auflösung in Säuren nicht bloß Wasserstoffgas, sondern auch Kohlenwasserstoffgas und ölbildendes Gas; letzteres erhält durch einen zufälligen Gehalt des Eisens von Schwefel oder Phosphor einen höchst widrigen stinkenden Geruch. Durch diese Gasentwickelungen ist es einleuchtend, warum das weiße Roheisen weniger Luft, dem Volum nach, entwickelt, als eine gleiche Quantität graues Roheisen oder Stabeisen; sie erklären auch, warum Schwefelsäure und Salzsäure kein so empfindliches Reagens auf Kohle beim Eisen sind, als Salpetersäure, welche gefärbte Rückstände giebt, wenn sich das Eisen in den erst genannten beiden Säuren oft ohne Hinterlassung eines Rückstandes auflöst. Verbindungen des Salpetergas mit Kohle sind uns auch bis jetzt noch nicht bekannt. Eine Auflösung der oxydirten Kohle in Salpetersäure findet dagegen ebenfalls statt.

5. Da wir weder den Sauerstoffgehalt der oxydirten Kohle kennen, noch wissen, wie viel Kohle sich bei der Auflösung in Säure mit auflöst und für unsere Sinne verloren geht, so läßt sich auch der Kohlenstoffgehalt des Stabeisens, des Stahls und des weißen Roheisens nicht bestimmen, sondern die angegebenen Zahlen sind nur als Annäherungsverhältnisse zu betrachten. Bei der Auflösung des gekohlten Eisens in Säuren wird dasselbe, wenn man große Stücken Roheisen anwendet, mit einer so dicken Rinde von oxydirtem Kohleneisen bedeckt, daß alle Wirkung der Säure auf das Eisen aufhört. Kratzt

man

stalt, einen ziemlichen Klang von sich geben (§. 143.). Der Stahl besitzt diese Eigenschaft in einem noch höhe-

man diese Rinde, welche beim Trocknen auch zum Theil von selbst abfällt, behutsam ab, ohne im mindesten etwas reguliniſches unangegriffenes Eisen mit abzulösen, so hat man eine braune Masse, welche ganz das Ansehen von Kohle hat, aber vom Magnet sehr stark gezogen wird, und sich erst durch wiederholtes starkes Digeriren mit Königswasser von allem Eisen befreien läßt. Die Rinden, welche ich untersuchte, enthielten 25 Procent Kohle und 75 Procent Eisen, wahrscheinlich beide im oxydulirten Zustande. Sollten diese Rinden vielleicht auf das wirkliche Verhältniß der Kohle zum Eisen im gekohlten Eisen, nämlich im Maximo der Verbindung des Eisens mit Kohle, hindeuten?

6. Das weiße Roheisen, oder die Verbindung des Eisens mit Kohle ist leicht- aber dickflüssiger als das graue Roheisen, oder die Verbindung des Roheisens mit Graphit, welches äußerst strengflüssig ist, aber sehr dünne fließt und lange flüssig bleibt, wenn es einmal in den flüssigen Zustand versetzt ist. Das Frischen, oder der Uebergang zur Geschmeidigkeit durch den Verlust von Kohlenstoff, läßt sich daher beim weißen Roheisen schneller erreichen, als beim grauen, weshalb man auch stets auf die Gewinnung von weißem Roheisen bedacht seyn würde, wenn andere Umstände nicht oft das Gegentheil nothwendig machten. Nach allen Erscheinungen beim Frischproceß zu urtheilen, muß das graue Roheisen erst durch eine vorangehende Oxydation zur Abscheidung des Graphit gezwungen werden, wogegen es beim weißen Roheisen bloß der Zerstörung eines Theils Kohlenstoff durch den Sauerstoff des Gebläses, oder beim englischen Frischproceß durch das Wasser und durch den Luftstrom im Flammofen bedarf. Jene Oxydation wird durch sogenannte gaare Zuschläge, nämlich durch Hammerschlag oder gaare Eisenschlacke bewirkt, wodurch ohne Zweifel der Kohlenstoff im Graphit zuerst zersetzt wird.

7. Weißes Roheisen entsteht im Hohenofen jedesmal, wenn die Hitze desselben abnimmt; die Ursachen der geringeren Hitze mögen nun im Mißverhältniß des Brennmaterials zur Beschickung, oder in anderen Umständen liegen, deren Erwähnung nicht hierher gehört. Der Grad der Hitze, bei welcher das weiße Roheisen entsteht, scheint zur Graphitbildung noch nicht hinreichend zu seyn, sondern die Kohle kann nur durch vieles Eisen aufgelöst erhalten werden, und tritt dann zugleich als Vermittlerin zwischen den Erdbasen und dem Eisen auf. Daher enthält das weiße Roheisen immer viel mehr Erdenmetalle, nämlich Kieselmetall und Thonmetall (Kalkmetall habe ich noch nicht gefunden), so wie auch mehr Schwefel und Phosphor (wenn die Erze oder das Brennmaterial Schwefelsäure oder Phosphorsäure enthielten) als das graue Roheisen, welches zu seiner Bildung

höheren Grade, wie die aus demselben angefertigten Triangel, deren man sich in Deutschland als Beglei-

dung eines weit höheren Hitzgrades bedarf, in welchem sich ohne Zweifel ein großer Theil des vorher gebildeten Erdenmetalles, so wie auch ein großer Theil Schwefel und Phosphor verflüchtigen oder verschlacken. Das weiße Roheisen wird daher im Hohenofen unbezweifelt zuerst aus der anfänglich homogenen Masse des gehörig beschickten Erzes, durch die Wirkung der Kohle auf den Sauerstoff der Beschickung und durch die theilweise Verbindung der Kohle, welche als Vermittlerin zwischen den Metallen des Eisenoxyds und der Erden wirksam ist, gebildet. Ist die Hitze zu geringe, so ist die Kohle wahrscheinlich gar keiner Verbindung mit dem Eisen fähig, und deshalb kann sich das Erz nicht reduciren, sondern es wird verschlackt. Es ist daher auch wahrscheinlich, daß ohne Einwirkung der Kohle, und ohne die Verbindung derselben mit dem Eisen, gar keine Reduktion des Eisenoxyds möglich wäre, wenn es auch Körper gäbe (z. B. Zink, vielleicht auch Mangan), die dem Eisen den Sauerstoff entziehen und es reduciren könnten; sie müßten dann, wie der Kohlenstoff, die Eigenschaft haben, sich mit dem Eisen zu verbinden und es in einen flüssigen Zustand zu setzen. — Bei zunehmender Hitze des Ofens wird das gekohlte Eisen unmittelbar vor der Form zersetzt und zu einer neuen Verbindung, nämlich zu der des Eisens mit Graphit, veranlaßt, welche in diesem Zustande nicht mehr so viel Erdbasen, Schwefel und Phosphor (wenn das Erz dergleichen enthält) aufgelöst halten kann, und dies ist der Grund, warum man immer auf die Erzeugung des grauen gaaren Roheisens halten muß, sobald die Erze oder das Brennmaterial Unarten enthalten, welche mit dem gekohlten Eisen, dem weißen Roheisen, großentheils in Verbindung bleiben würden. Wie diese Umänderung des weißen Roheisens in graues eigentlich bewirkt wird, läßt sich zwar nicht erklären; wahrscheinlich sind aber mehrere Kräfte wirksam, welche in dieser außerordentlichen Hitze durch das Sauerstoffgas der Gebläseluft in Thätigkeit gesetzt werden. Das Streben des Eisens, sich der Herrschaft des Kohlenstoffs zu entziehen, die Neigung des letzteren, sich eines Theils des Eisens zu bemächtigen und die Verwandtschaft dieser beiden neuen Verbindungen des Eisens zum Graphit, sind ohne Zweifel die Kräfte, welche gegen die allgemeine Verbindung der Kohle mit dem Eisen wirksam sind und dieselbe nur in einer außerordentlich hohen Hitze überwältigen können. Hieraus folgt auch, daß das graue Roheisen nicht mehr Kohlenstoff enthalten kann, vielmehr weniger enthalten muß, als das weiße, aus welchem es entstanden ist, welches sich auch durch analytische Untersuchungen erweisen läßt.

8. Die Erdbasen können diese Umänderung des weißen Roheisens in graues im Hohenofen zwar nicht verhindern, aber doch sehr erschweren, und dem grauen Roheisen, wo sie in großer Men-

gleitungsinstrumente bedient (§. 257, 7.), beweisen. Außerdem habe ich auch Zimbeln oder Hackbretter gese-

Menge vorhanden sind, ein eigenthümliches fremdartiges Ansehen geben, indem das körnige Gefüge einer schuppigen Textur weichen muß, obgleich die graue Farbe und die Weichheit, mit einiger Dehnbarkeit verbunden, als charakteristische Eigenschaften des grauen Roheisens übrig bleiben. Die Erdenmetalle und die Kohlen stehen wahrscheinlich in einer sehr genauen Verbindung mit einander, die auch selbst durch das Verpuffen der erdigen Rückstände (aus der Auflösung des Roheisens in Säuren) mit Salpeter nicht ganz aufgehoben werden kann. Im weißen Roheisen ist der Kohlenstoff das feste Band, welches das Eisen mit den Erdenmetallen vereinigt hält; das mit Erdenmetallen überladene graue Roheisen verliert aber durch Umschmelzen beim Zutritt von Sauerstoff viel von seiner grauen Farbe, weil ein Theil der Erdbasen oxydirt wird, sich ausscheidet und die Kohle, mit welcher er verbunden war, dem Eisen überläßt. Ein solches Ausstoßen der oxydirten Erdbasen aus dem Roheisen ist deshalb eine seltene Erscheinung, weil nur selten, und durch besondere bis jetzt noch nicht gehörig ins Licht gesetzte Umstände, graues Roheisen vorkommt, welches mit Erdenmetallen überladen ist.

9. Gekohltes Eisen, oder weißes Roheisen, welches 3 bis 4 Procent Kohlenstoff enthält, ist sehr geneigt, eine krystallinische Gestalt anzunehmen; diese Krystallbildung wird durch einen Gehalt von Erdenmetallen sehr befördert. Graues Roheisen ist nur dann krystallinischer Fügung fähig, wenn es viel Erdenmetall enthält, und wenn es sehr langsam ohne Zutritt von Sauerstoffgas erkaltet.

10. Phosphor und Schwefel verhindern die Umänderung des weißen Roheisens in graues zwar ebenfalls nicht gänzlich; allein sie erschweren dieselbe sehr, vorzüglich der Schwefel, indem bei einem bedeutenden Schwefelgehalt der Beschickung die Erzeugung des grauen Roheisens durchaus ungewöhnlich wird. Schwefel und Kohle scheinen hier dem Bestreben des Eisens sich ihrer Herrschaft zu entziehen, gemeinschaftlich entgegen zu wirken, welches vermuthlich nicht der Fall seyn würde, wenn der Schwefel eben so wie die Kohle, mit wenigem Eisen eine feste und kaum zerstörbare Verbindung einginge.

11. Das Mangan ist das kräftigste Mittel, die Umänderung des weißen Roheisens in graues zu verhindern. Auch bei der stärksten Hitze des Ofens und bei dem schwächsten Erzsatz läßt sich aus sehr manganhaltigen Eisenerzen kein graues Roheisen erzeugen. Die Ursache ist dieselbe, wie beim Schwefel und im geringeren Grade bei den Erdenmetallen. Es ist nämlich keine Verbindung von Kohle mit wenig Mangan vorhanden, welche der allgemeinen Verbindung der Kohle mit Eisen und Mangan entgegenstreben könnte. Aus dieser Rücksicht sind die man-

gesehen, die aus akkordirenden Stahlscheiben bestanden. Daß aber das Roheisen unter allen Eisenarten am stärksten klingt, muß man um so mehr glauben, als es gegossen ist und die größte natürliche Härte und Spannkraft besitzt (§§. 30. 45. 69. 72. 75.), vorzüglich wenn man gutartiges grelles Eisen nimmt und es in dünnen Stücken in kalte Sand- oder Eisenformen gießt (§. 258, k.). Deshalb bediente man sich auch in alten Zeiten des Roheisens zu Glocken, welches noch jetzt an einigen Orten der Fall ist. Der Hüttenbesitzer Lewis, dem Schweden viele Verbesserungen bei den Eisengießereien verdankt, hat kürzlich zu Nyhytta im Wester Bergrevier kleine Glocken und Schellen unmittelbar aus dem Hohenofen zu gießen angefangen *).

In wie fern sich das Roheisen durch Zusammenschmelzen mit einem oder mit mehreren Metallen zu Glockengut eignen könne, darüber sind bisher wohl nur

manganhaltigen Eisenerze zur Stahlerzeugung vorzüglich geschickt; die schwefelhaltigen würden es aus demselben Grunde auch seyn, wenn der Schwefel dem Eisen nicht eine rothbrüchige Beschaffenheit mittheilte, so daß die sehr schwefelhaltigen Eisenerze aus diesem Grunde ganz unbrauchbar werden. Ein ganz geringer Schwefelgehalt giebt wirklich jederzeit ein derbes, festes, etwas hartes Stabeisen. Ob das Mangan noch für sich selbst etwas zur größeren Härte des Stahls beiträgt, ist nicht entschieden; die Hauptwirkung desselben bei der Stahlerzeugung besteht aber in der Art, wie es die Verbindung der Kohle mit dem Eisen bewirkt.

Diese Bemerkungen sind theils auf Beobachtungen im Großen, theils auf Versuche im Kleinen gegründet, und dürften, wie ich mir schmeichle, über die Zustände des Eisens mehr Licht verbreiten, als die zeitherigen Theorieen, welche mit den Erscheinungen in den Eisenhütten gar zu oft im Widerspruch standen.

*) Wenn die Verhältnisse der Höhe, des Durchmessers und der Metallstärke der Glocken beim Gußeisen eben so sorgfältig, als bei dem gewöhnlichen Glockengut beobachtet werden, so geben die eisernen den metallenen Glocken in der Fülle und Richtigkeit des Tons kaum etwas nach, wie die in neueren Zeiten auf den preußischen Gießereien angefertigten eisernen Glocken beweisen.

nur mit dem Zinn allein Versuche angestellt worden (§. 148, 1.). Hjelm hat das Verhalten des Roheisens, welches bei einem Probeschmelzen (§. 282, 2, c.) einer aus braunsteinhaltigen Erzen und anderen Eisenerzen bestehenden Beschickung erblasen ward, bekannt gemacht und gezeigt, daß die daraus gegossenen Mörser und andere ähnliche Waaren, besonders wenn die Erzgichten so stark waren, daß der Ofen übersetzt zu werden anfing, einen reinen und sehr ansehnlichen Klang gaben, worüber sein bei dem Bergwerks-Collegio eingereichter Bericht das Nähere enthält.

II. Vom Verzinnen des Roheisens.

Mit Bezug auf das oben (§. 150.) über das Verzinnen des Eisens Angeführte, muß ich hier noch etwas über das Verzinnen des Roheisens insbesondere bemerken. Man findet hierüber einige Auskunft von dem Hüttenbesitzer Geyer im Haushaltungs-Journal der Schwed. patriot. Gesellschaft. September 1780. S. 20-22., welche derselbe auf Veranlassung des Artikels Batterie de cuisine in der Bernschen Encyklopädie mitgetheilt hat, worin man liest, daß ein gewisser Wex in Gotha ein alkalisches Salz erfunden habe, mit welchem er alle Eisenwaaren, auch die aus Roheisen, ohne Pech, Harz oder Salmiak, und ohne die Gefäße ins Feuer zu bringen, oder sie zu beizen, bloß dadurch, daß sie vorher mit Sand und Wasser recht rein gescheuert werden, verzinne. Wie man das alkalische Salz aber zubereiten soll, hat Hr. Wex nicht gesagt.

Die Verzinnung des gegossenen eisernen Hausgeräthes ist ohne Zweifel sehr nützlich, besonders wenn man außer den gewöhnlichen Kochgefäßen auch Theekessel und ähnliche Waaren gießt, wie Hr. Lewis kürzlich zu Nyhytta angefangen hat. Eigene Erfahrun-

rungen bei Versuchen im Kleinen haben mich belehrt, daß sich das Roheisen eben so gut verzinnen läßt, als das geschmiedete, wenn die Oberfläche nur durch Schleifen, Scheuren, Beizen in zweckmäßigen Säuren, z. B. in Branntweinsschlamm u. s. f., gehörig gereiniget wird, und wenn man das gereinigte Roheisen so lange im reinen geschmolzenen Zinn liegen läßt, bis es die Temperatur des geschmolzenen, und zur Verhütung des Abbrands mit Harz, Ruß, schwarzem Fluß, Talg u. s. f. bedeckten Zinnes angenommen hat. Außerdem muß man die Verbindung des Zinnes mit der Oberfläche des Eisens noch durch ein ammoniakalisches Salz, welches sich auf keine Weise mit dem Zinn verbindet, und welches, wenn es auch wäre, der Gesundheit eher zuträglich als nachtheilig seyn würde, zu befördern suchen *).

In dieser Rücksicht ist es auch durchaus nicht nachtheilig, wenn man Harze zum Verzinnen anwendet, obgleich Hr. Wex vorgiebt, sie entbehren zu können. Nachtheiliger für die Gesundheit ist aber das Zinn selbst, und wäre es auch das feinste englische, wenn man nämlich saure Sachen in verzinnten gegoßnen eisernen Gefäßen, sie mögen gemacht seyn wie sie wollen, kochen will. Flüssigkeiten aber, die nicht säuerlich sind, lassen sich auch in unverzinnten gegoßnen eisernen Gefäßen kochen, ohne befürchten zu dürfen, daß das Wasser oder die Speisen dadurch geschwärzt werden könnten.

Ich

*) Im Journ. f. Fabrik, Manufaktur, Handlung und Mode, Decbr. 1796. findet man eine Nachricht von der Verzinnungsart der gegossenen, adoucirten und gedrechselten Küchengeschirre, welche zu Hällefors gemacht werden. Durch Abreiben mit Salmiak soll die Verbindung des Zinnes mit dem möglichst rein gescheuerten oder abgedrehten Roheisen befördert werden. Weil indeß nur immer die innere Fläche der gegossenen Geschirre verzinnt werden soll, so muß man sich des gewöhnlichen Verfahrens bedienen, welches man beim Verzinnen kupferner Gefäße anwendet, und davon abstrahiren, die gegossenen eisernen Gefäße ganz in fließendes Zinn einzutauchen.

Ich kann mir daher keine großen Vortheile von dieser Entdeckung versprechen. Wenn man aber durchaus verzinnte eiserne Kochgefäße haben will, so sollte man lieber verzinnte geschmiedete eiserne Grapen und Kasserollen nehmen, weil sie sich leichter beizen und verzinnen lassen als Roheisen, beim Gebrauch viel mehr Bequemlichkeit gewähren, und weil man sie, wie ich schon (§. 150.) gezeigt habe, sehr leicht bloß inwendig verzinnen und auswendig gegen den Abbrand schützen kann. Aus diesen Gründen setze ich auch auf die Anlage großer Verzinnereien für gegoßne eiserne Gefäße keinen großen Werth. Schon im Jahre 1745 habe ich in Lüttich eine Verzinnerei für gegoßne und geschmiedete eiserne Kochgefäße gesehen; die Grapen und Kochgeräthe von Gußeisen fanden aber keinen Abgang. Die von unserem großen **Polhem** angelegte Verzinnerei für geschmiedete Eisenwaaren zu Stjernsund im Kirchspiel Husby in Daland, besteht nun schon seit 80 Jahren, und würde sich sehr leicht erweitern und verbessern lassen, wenn diese Waaren nur mehr gesucht würden.

Inhalt

der Paragraphen.

Erster Theil.

Erste Abtheilung. Von der Farbe des Eisens.

		Seite
§. 1.	Von der äußeren Farbe	3
= 2.	Vom Ansehen des Eisens auf dem Bruch.	7
= 3.	Bemerkungen über die Kennzeichen des Eisens an der Farbe und am Bruch. . .	12
= 4.	Von der Farbe des Roheisens. . . .	13
= 5.	Wie die Farbe des Eisens durch das Feilen ausgemittelt werden kann. . . .	17
= 6.	Vom Schleifen.	20
= 7.	Vom Scheuren.	24
= 8.	Vom Poliren.	26
= 9.	Von der Zubereitung der Polirpulver. .	30
= 10.	Vom Handpoliren. . . .	41
= 11.	Von der Anfertigung der Polirscheiben. .	48
= 12.	Vom Poliren auf der Scheibe. . .	52
= 13.	Von der horizontalen Vorrichtung zum Poliren.	55
= 14.	Von den Stahlspiegeln. . . .	57
= 15.	Vom Beizen des Eisens. . . .	60
= 16.	Von der Reinigung des Eisens in der Glühhitze.	69

§. 17.

Seite

§. 17. Mittel zur Bewahrung der Farbe des Eisens. 73
= 18. Von der Verwahrung des Eisens gegen den Rost durch Firnisse. . . . 86
= 19. Vom Bruniren, oder Braunbeizen. . 92
= 20. Von der Verwahrung gegen den Rost durch das Anlaufen. 94
= 21. Versuche, das Eisen mit Oelen zu überziehen. 96
= 22. Von den Veränderungen, denen die Farbe des Eisens unterworfen ist. . . 100
= 23. Vom Damasciren. 104

Zweite Abtheilung. Von der Schwere des Eisens.

§. 24. Von dem eigenthümlichen Gewicht des Eisens. 106
= 25. Nutzen der Versuche über das specifische Gewicht des Eisens. . . . 116
= 26. In wiefern der Gehalt der Eisenerze nach ihrem Gewicht berechnet werden kann. . 118
= 27. Vergleichung des specifischen Gewichts des Eisens mit dem anderer Metalle. . . 122
= 28. Von der Verschiedenheit des Gewichts des Eisens in der Hitze und in der Kälte. . 126
= 29. Versuche über die Dichtigkeit des Eisens. 129
= 30. Von der Federkraft des Eisens. . . 136
= 31. Von der Verfertigung der Uhrfedern. . 141
= 32. Von der Verfertigung der Klingen. . . 147

Dritte Abtheilung. Von der Wirkung des Magnets auf das Eisen.

§. 33. Ob der Magnet noch andre Körper außer dem Eisen anzieht. . . . 154
= 34. Von den Gesetzen des Magnets. . . 157
= 35. Mittel zur Erregung der magnetischen Kraft. 163
= 36. Wodurch die Eigenschaft des Eisens, vom Magnet gezogen zu werden, zerstört wird. 167
= 37. Von der magnetischen Materie im Eisen. 177
= 38. Vom Verhalten des Magnets gegen das Eisen in Verbindung mit anderen Metallen. 179
= 39. Von der Wirkung des Magnets auf die Eisenerze. 186

Seite

§. 40. Vom Auffinden und Probiren der Eisenerze durch den Magnet. 192
§. 41. Vom Aufsuchen der Eisenerze durch die Compaßnadel. 195
§. 42. Von der Verfertigung des Stahlmagnets. 198
§. 43. Von der Verfertigung der Compaßnadeln. 204

Vierte Abtheilung. Vom Verhalten des Eisens in der Wärme und im Feuer.

§. 44. Von der Ausdehnung des Eisens in der Wärme. 216
§. 45. Von den Veränderungen, welche die verschiedenen Eisenarten durch die Ausdehnung erleiden. 226
§. 46. Von der Ausdehnung des Eisens in der Schmelzhitze. 229
§. 47. Von einigen Nachtheilen, welche durch das Schmieden des Eisens entstehen, und wie man denselben begegnen kann. 236
§. 48. Vom Anlaufen des Eisens überhaupt. 238
§. 49. Versuche über das Anlaufen. 242
§. 50. Von der Wirkung des Anlaufens auf das Eisen und vorzüglich auf den Stahl. 247
§. 51. Von den Ursachen der Entstehung der Anlaufsfarben. 254
§. 52. Vom Blauanlaufen. 260
§. 53. Von der Zunahme der Hitze im Eisen. 269
§. 54. Vom Verhalten des Eisens in der Glühhitze. 273
§. 55. Von der ersten Wirkung des Glühens. 276
§. 56. Versuche über die Verwandlung des Eisens in Schlacke. 279
§. 57. Fortgesetzte Versuche über das Verbrennen des Eisens in der Glühhitze. 285
§. 58. Bemerkungen über den Abbrand. 296
§. 59. Wodurch der Abbrand vermindert oder vermieden werden kann. 307
§. 60. Von der Verwahrung der eisernen Gefäße gegen die Wirkung des Feuers. 318
§. 61. Wodurch das Verbrennen des Eisens befördert wird. 332
§. 62. Vom Glühspan oder Sinter. 337

Seite

§. 63. Vom Verhalten des Glühspans und der Eisenschlacken in verschiedenen Hitzgraden und gegen den Magnet. . . . 344
= 64. Von der Zunahme des Gewichts beim Verbrennen. . . . 348
= 65. Von der Reduktion der Eisenkalke. . . 355
= 66. Fortgesetzte Versuche über die Kalcination des Eisens und über die Reduktion seiner Kalke. 362
= 67. Von der Reduktion der Frischschlacken oder vom Schlackenschmelzen im Zerrennfeuer. 368
= 68. Vom Verhalten des Eisenkalks gegen die Auflösungsmittel. . . . 375
= 69. Von der Wirkung des Feuers *auf die Härte* des Eisens. 381
= 70. Bemerkungen über die Wirkungen der Kälte *auf* das geschmeidige Eisen. . . 383
= 71. Welche Veränderungen das Eisen durch das Feuer erleidet. . . . 387
= 72. Ob das Feuer allein die Weichheit des Eisens befördern kann. . . 392
= 73. Von den Mitteln, welche zur Weichheit des Eisens beitragen. . . 400
= 74. Fortgesetzte Versuche. . . 428
= 75. Von der Wirkung des Feuers auf die Zähigkeit des Eisens. . . . 431
= 76. Vom Verhalten des Eisens in der Schmelzhitze. 440
= 77. Vom Schmelzen des Stabeisens im verschloßnen Feuer, ohne Zusätze. . . 444
= 78. Vom Schmelzen des Eisens im Tiegel, mit Zusätzen. . . . 455
= 79. Vom Brockenschmelzen in Tiegeln. . 465
= 80. Vom Schweißen und Brockenschmelzen des Eisens im offenen Feuer. . . 468
= 81. Vom Schmelzen des Stabeisens im offnen Feuer. 476

Fünfte Abtheilung. Von der Geschmeidigkeit des Eisens.

Seite

§. 82. Erklärung der Geschmeidigkeit, Vergleichung mit anderen Metallen und Eintheilung des Eisens darnach. 479
§. 83. Vom reinsten Eisen überhaupt. 484
§. 84. Von den Kennzeichen des besten Eisens. 487
§. 85. Ob Sehnen oder Fasern das beste Eisen bezeichnen. 493
§. 86. Von den Ursachen der Ungeschmeidigkeit des Eisens. 495
§. 87. Auf welche Art man geschmeidiges Eisen erhält. 511
§. 88. Versuche über die Reduktion der Eisenerze, oder über ihren Uebergang zu geschmeidigem Eisen. 513
§. 89. Auf welche Art das Roheisen geschmeidig wird. 516
§. 90. Vom Luppenfeuer. 527
§. 91. Vom Luppenschmelzen in Schweden. 529
§. 92. Von der deutschen Rennschmiede. 533
§. 93. Von der korsikanischen Rennschmiede. 537
§. 94. Von der französischen Rennschmiede. 543
§. 95. Von den Bauer- oder Blaseöfen in den schwedischen Dalorten. 547
§. 96. Von den verschiedenen Frischmethoden. 552
§. 97. Von der schwedischen Osemundschmiede. 553
§. 98. Von der deutschen oder märkischen Osemundschmiede. 556
§. 99. Von der Wallonenschmiede. 562
§. 100. Von der deutschen Schmiede, oder Kochschmiede. 566
§. 101. Von der Butschmiede. 569
§. 102. Von der Frischschmiede. 571
§. 103. Von der Suluschmiede. 572
§. 104. Von der Halbwallonenschmiede. 573
§. 105. Von der Brechschmiede. 576
§. 106. Von der Anlaufschmiede. 577
§. 107. Von der Löschfeuerschmiede. 582
§. 108. Von der englischen Stabeisenschmiede. 587
§. 109. Von der Bereitung des englischen Stangeneisens in Tiegeln. 589
§. 110. Erklärung einiger beim Frischproceß üblicher Benennungen. 598
§. 111. Bemerkungen über die Bereitung des Stabeisens im Heerde. 605
§. 112. Von der Kunst des Feuerbaues. 619

Seite

§. 113. Von dem besten Schmelz- und Schmiedepro-
zeß für das Stabeisen. 625
§. 114. Ob das unmittelbar aus den Erzen erzeugte
Stabeisen eben so gut ist, als das durch
das Verfrischen des Roheisens bereitete. 628
§. 115. Vom harten Eisen. 630
§. 116. Vom weichen Eisen. 634
§. 117. Versuche über die Zähigkeit, Stärke und
Spannkraft des Eisens. 636
§. 118. Vom Drathmaaß, oder vom Sortiren des Ei-
sen- und Stahldraths nach Nummern. 643
§. 119. Vom rothbrüchigen Eisen. 646
§. 120. Von den Kennzeichen des kaltbrüchigen Ei-
sens. 652
§. 121. Von den Ursachen der Kaltbrüchigkeit des Ei-
sens. 655
§. 122. Von der Verbesserung des kaltbrüchigen Eisens. 669
§. 123. Von dem dichten und gleichförmig guten Eisen. 676

Zweiter Theil.

Sechste Abtheilung. Vom Verhalten des Eisens mit anderen Metallen.

§. 124. Allgemeine Erinnerungen. 3
§. 125. Ueber das Verhalten des Eisens mit Gold
beim Zusammenschmelzen und Uebergießen. 5
§. 126. Von der Verbindung des Eisens mit Gold. 8
§. 127. Vom Verhalten des Eisens mit Gold und mit
anderen Metallen zugleich. 14
§. 128. Versuche über das Verhalten der Eisenauflö-
sungen mit dem aufgelösten Gold. 15
§. 129. Ueber die Scheidung des Eisens vom Golde. 18
§. 130. Vom Vergolden des Eisens mit Blattgold. 23
§. 131. Vom Vergolden des Eisens durch Niederschla-
gen und vermittelst eines Firnisses. 24

Seite

§. 132. Von der Feuervergoldung durch Amalgama. 29
= 133. Vom Einlegen des Goldes in Eisen. 38
= 134. Von der Verbindung des Eisens mit dem Platin beim Zusammenschmelzen. 39
= 135. Versuche über das Zusammenschmelzen des Eisens mit Platin. 44
= 136. Versuche über die Scheidung des Eisens vom Platin auf dem nassen Wege. 46
= 137. Von der Scheidung des Eisens vom Platin auf dem trocknen Wege. 50
= 138. Vom Zusammenschmelzen des Eisens mit Silber. 54
= 139. Von der Scheidung des Silbers vom Eisen. 59
= 140. Vom Versilbern des Eisens. 65
= 141. Vom Verhalten des Eisens mit dem Kupfer beim Zusammenschmelzen. 70
= 142. Vom Verhalten des Eisens mit Kupfer und anderen Metallen zugleich. 77
= 143. Vom Löthen, Ueberschmelzen und Ueberziehen (Inkrustiren) des Eisens mit Kupfer. 86
= 144. Von der Scheidung des Eisens vom Kupfer auf dem trocknen Wege. 92
= 145. Von der Scheidung des Kupfers vom Eisen auf dem nassen Wege. 95
= 146. Vom Verhalten des Eisens mit Zinn beim Zusammenschmelzen. 102
= 147. Vom Verhalten des Eisens mit Zinn und anderen Metallen zugleich. 108
= 148. Vom Nutzen der Eisen- und Zinnmischungen. 113
= 149. Von dem Verfahren, Eisen und Zinn zu scheiden. 116
= 150. Vom Verzinnen des Eisens. 120
= 151. Vom Verhalten des Eisens mit Blei. 126
= 152. Vom Verhalten des Eisens mit Blei in Verbindung mit mehreren Metallen. 130
= 153. Vom Nutzen des Eisens beim Bleierzschmelzen. 131
= 154. Vom Verhalten des Eisens mit Queckſilber. 133
= 155. Vom Verhalten des Eisens mit Braunstein und dessen Metall, dem Mangan. 136
= 156. Von der Verbindung des Eisens mit Mangan und anderen Metallen zugleich. 146
= 157. Von der Scheidung des Mangan vom Eisen. 150

		Seite
§. 158.	Vom Verhalten des Eisens mit Nickel.	156
= 159.	Vom Verhalten des Eisens mit Nickel und anderen Metallen zugleich.	160
= 160.	Von der Scheidung des Nickels vom Eisen.	162
= 161.	Von Verhalten des Eisens mit Kobalt.	167
= 162.	Vom Verhalten des Eisens mit Kobalt und mehreren Metallen zugleich.	173
= 163.	Von der Scheidung des Eisens vom Kobalt.	174
= 164.	Vom Verhalten des Eisens mit Arsenik.	180
= 165.	Von der Verbindung des Eisens mit Arsenik und mehreren Metallen zugleich.	185
= 166.	Wie das Eisen vom Arsenik befreit werden kann.	190
= 167.	Vom Verhalten des Eisens mit rohem und mit metallischem Spießglanz.	193
= 168.	Von der Verbindung des Eisens mit Spießglanz und mit mehreren Metallen zugleich.	197
= 169.	Wie Eisen und Spießglanz von einander geschieden werden können.	199
= 170.	Vom Verhalten des Eisens mit Wismuth.	200
= 171.	Von der Verbindung des Eisens mit Wismuth und mit mehreren Metallen zugleich.	202
= 172.	Vom Ueberziehen des Eisens mit Wismuth.	203
= 173.	Von der Scheidung des Eisens vom Wismuth.	204
= 174.	Von der Verbindung des Eisens mit Zink.	205
= 175.	Von der Verbindung des Eisens mit Zink und mit mehreren Metallen zugleich.	209
= 176.	Von der Scheidung des Eisens vom Zink.	211
= 177.	Vom Ueberziehen des Eisens mit Zink.	212
= 178.	Von den zuletzt entdeckten metallischen Substanzen, nebst einigen Bemerkungen über die Metallmischungen aus Eisen und anderen Metallen und über das specifische Gewicht derselben.	213

Siebente Abtheilung. Von den Pigmenten aus Eisen.

Seite

§. 179. Von den Eisenfarben überhaupt. 224
= 180. Von der natürlichen schwarzen Eisenfarbe. 226
= 181. Von der künstlichen schwarzen Eisenfarbe. 229
= 182. Von der schwarzen Farbe, die das Eisen den Glasflüssen mittheilt. 235
= 183. Von der schwarzen Emaille, oder von der Glasur durch Eisen. 239
= 184. Von der schwarzen Eisenschlacke. 248
= 185. Vom schwarzen Thongeschirr. 249
= 186. Von der schwarzen Eisenfarbe in den Färbereien. 253
= 187. Von der schwarzen Schreibetinte. 256
= 188. Von der schwarzen Eisenfarbe auf Wolle und auf anderen Zeugen. 261
= 189. Von der natürlichen rothen Eisenfarbe. 267
= 190. Von der künstlich durch Kalcination bereiteten rothen Eisenfarbe. 272
= 191. Von der rothen Farbe durch die Auflösung des Eisens. 274
= 192. Fortgesetzte Bemerkungen über die rothen Ockerfarben. 277
= 193. Versuche mit den rothen Eisenkalken. 278
= 194. Vom rothen Glase und von der rothen Emaillefarbe durch Eisen. 282
= 195. Welches Eisen sich am besten zur rothen Emaille eignet. 291
= 196. Von den rothen Thongeschirren. 292
= 197. Von der gelben Eisenfarbe. 293
= 198. Von der Zubereitung der gelben Farben aus Eisen. 297
= 199. Von der gelben Eisenfarbe auf Glas und Emaille. 300
= 200. Von der gelben Eisenfarbe in den Färbereien. 302
= 201. Von der natürlichen blauen Eisenfarbe. 303
= 202. Von der Bereitung der blauen Eisenfarben. 307
= 203. Von der Bereitung des Ultramarins aus dem Lasurstein. 315
= 204. Von dem blauen Glase aus Eisen. 316
= 205. Von der blauen Eisenfarbe in den Färbereien. 322

Seite

§. 206. Von der natürlichen grünen Eisenfarbe. 324
= 207. Von der Bereitung einer grünen Farbe aus Eisen. 327
= 208. Von den grünen Glasflüssen und Emaillen aus Eisen. 330
= 209. Von der grünen Eisenfarbe in den Färbereien. 332
= 210. Von der natürlichen weißen Eisenfarbe im Mineralreich. 333
= 211. Von der künstlichen weißen Eisenfarbe. 335

Achte Abtheilung. Von der Auflösung des Eisens.

§. 212. Von den verschiedenen Arten der Auflösung. 339
= 213. Vom Verhalten des Eisens an der Luft. 342
= 214. Versuche über Sinterungen mit Eisen. 346
= 215. Vom Verhalten des Eisens zum Wasser. 356
= 216. Vom Verhalten des Eisens mit Luftsäure. 360
= 217. Vom Verhalten des Eisens mit Vitriolsäure. 364
= 218. Von der Verschiedenheit der Niederschläge mehrerer Eisenarten aus der Vitriolsäure. 367
= 219. Vom Beizen des Eisens in Vitriolsäure. 370
= 220. Von der brennbaren Luft aus dem in Vitriolsäure aufgelösten Eisen. 373
= 221. Von der Bereitung des Eisenvitriols. 380
= 222. Von den allgemeinen Eigenschaften und vom Nutzen des Eisenvitriols. 386
= 223. Vom Niederschlagen des Eisens aus der Vitriolsäure. 391
= 224. Ueber das Verhalten des Eisenvitriols mit andern metallischen Salzen. 402
= 225. Ueber das Probiren der Eisenerze auf dem nassen Wege durch Niederschlag. 409
= 226. Von der Auflösung des Eisens in Salpetersäure. 415
= 227. Ueber die Quantität der Hitze, welche die verschiedenen Eisenarten beim Auflösen entwikkeln. 418
= 228. Von der Auflösung verschiedener Eisenarten in der Salpetersäure. 422
= 229. Vom Beizen und Etzen des Eisens und Stahls. 427

§. 230.

Seite

§. 230. Vom Niederschlagen des Eisens aus der Salpetersäure. 441
= 231. Von der Auflösung des Eisens in Salzsäure. 447
= 232. Vom Beizen des Eisens in Salzsäure. 450
= 233. Von der Fällung des Eisens aus der Salzsäure. 452
= 234. Von der Auflösung des Eisens in Königswasser. 454
= 235. Von der Auflösung des Eisens in Flußspathsäure. 456
= 236. Von der Fällung des Eisens aus Flußspathsäure. 459
= 237. Von der Auflösung des Eisens in Arsenikſäure und dessen Fällung aus derselben. 461
= 238. Von der Auflösung des Eisens in Weinsteinsäure und dessen Fällung aus derselben. 464
= 239. Von der Auflösung des Eisens in Zuckersäure und dessen Fällung aus derselben. 467
= 240. Von der Auflösung des Eisens in Essig und dessen Fällung aus demselben. 469
= 241. Von der Auflösung des Eisens in Citronensäure und dessen Fällung aus derselben. 472
= 242. Von der Auflösung des Eisens in Holzessig und der Fällung daraus. 473
= 243. Von der Auflösung des Eisens in Ameisensäure und dessen Fällung aus derselben. 476
= 244. Von der Auflösung des Eisens in Phosphorsäure und dessen Fällung aus derselben. 477
= 245. Von der Auflösung des Eisens in Boraxsäure und dessen Fällung aus derselben. 480
= 246. Von der Auflösung des Eisens in Sauerkleesäure und dessen Fällung aus derselben. 482
= 247. Vom Verhalten des Eisens mit der Molybdänsäure. 484
= 248. Vom Verhalten des Eisens mit der Schwerſteinsäure und allgemeine Bemerkungen über die Auflösung des Eisens in Säuren. 486
= 249. Von der Auflösung des Eisens in Alkali. 490
= 250. Vom Verhalten des Eisens mit Weingeiſt. 495
= 251. Vom Verhalten des Eisens mit Oelen. 498
= 252. Von der Auflösung des Eisens in Schwefel. 499

§. 253.

Seite

§. 253. Vom Verhalten des Eisens mit Salpeter. 502
= 254. Vom Verhalten des Eisens mit Salmiak. 506
= 255. Vom Verhalten des Eisens mit Kochsalz. 511
= 256. Vom Verhalten des Eisens mit fixem Salmiak oder mit Kalköl. 514

Neunte Abtheilung. Vom Stahl.

§. 257. Eigenschaften des Stahls und Unterschied desselben vom Eisen. 516
= 258. Von der Uebereinstimmung des Roheisens mit dem Stahl. 522
= 259. Von der Stahlbereitung überhaupt. 523
= 260. Vom Schmelzen des Stahls unmittelbar aus den Erzen in Stückofen. 526
= 261. Von der Bereitung des Stahls aus Roheisen im Floßofen. 528
= 262. Von der in Schweden üblichen Methode, aus Roheisen Stahl zu machen. 537
= 263. Vom Luppstahl. 546
= 264. Vom Gerben des Rohstahls und des Messerstahls. 547
= 265. Von der Verwandlung des Roheisens in Stahl durch Brennen oder Cementiren. 555
= 266. Von den Ursachen der Verwandlung des Roheisens in Stahl beim Schmelzprozeß. 582
= 267. Vom Stahl aus Stabeisen durch Schmelzen. 593
= 268. Versuche über die Verwandlung des Stabeisens in Stahl in der Schweißhitze. 599
= 269. Vom Cementiren des Stahls. 601
= 270. Versuche über das Cementiren des Stabeisens zu Stahl in verschiedenen Substanzen. 604
= 271. Von dem zum Stahlbrennen erforderlichen Hitzgrad. 618
= 272. Vom Materialeisen zum Brennstahl. 626
= 273. Bemerkungen über den Brennstahl. 630
= 274. Bemerkungen über das Stahlbrennen. 634
= 275. Von den Bestandtheilen des Eisens und besonders des Stahls. 639

Seite

§. 276. Von den Ursachen der Härtung des Stahls und von den Kennzeichen derselben. 648
§. 277. Bemerkungen über das Härten des Stahls. 653
§. 278. Versuche über das Härten verschiedener Stahlarten in ungleicher Hitze. 663
§. 279. Von der Oberflächen- oder Insatzhärtung. 666
§. 280. Versuche über das Oberflächenhärten. 670

Zehnte Abtheilung. Vom Roheisen.

§. 281. Was man unter Roheisen versteht. 680
§. 282. Von den verschiedenen Arten des Roheisens. 684
§. 283. Bemerkungen und Versuche über verschiedene Roheisenarten. 689
§. 284. In wiefern sich vom äußern Ansehen des Roheisens auf seine inneren Eigenschaften schließen läßt. 692
§. 285. Welche Erze mehr geneigt sind, weißes oder graues Roheisen zu geben. 694
§. 286. Von den zu Gußwaaren erforderlichen verschiedenen Eigenschaften des Roheisens. 697
§. 287. Wie das Roheisen die den verschiedenen Gußwaaren entsprechenden verschiedenartigen Eigenschaften erhalten kann. 700
§. 288. Vom Gewicht des Roheisens. 710
§. 289. Von den Ursachen des verschiedenen specifischen Gewichts des Eisens. 712
§. 290. Vom Verhalten des Roheisens gegen den Magnet. 714
§. 291. Von der Ausdehnung des Roheisens in der Wärme und in der Schmelzhitze. 717
§. 292. Vom Anlaufen des Roheisens. 723
§. 293. Vom Verhalten des Roheisens im Feuer, ohne Zusätze. 723
§. 294. Bemerkungen über die vorhergehenden Versuche. 728
§. 295. Vom Verhalten des Roheisens in der Glühhitze mit Zusätzen. 730
§. 296. Vom Schmelzen des Roheisens mit Zusätzen. 736
§. 297. Vom ungleichen Verhalten der verschiedenen Roheisenarten im Frischfeuer. 746

Seite

§. 298. Allgemeine Eigenschaften und Kennzeichen des Roheisens aus den vorzüglichsten schwedischen Bergrevieren. . . . 752

„ 299. Von der Auflösung des Roheisens. . 754
Allgemeine Bemerkungen des Uebersetzers über den chemischen Unterschied des Roheisens, Stabeisens und Stahls. . . 764

„ 300. Vom Klange und von der Verzinnung des Roheisens. 765

Register.

(Die Zahlen zeigen die Seiten an.)

A.

Abbrand des Eisens, entsteht durch die Bildung des Glühspans in der Glühhitze I. 276 u. f. Ist bei den verschiedenen Eisenarten verschieden 296 u. f. Wie derselbe vermindert oder vermieden werden kann 307 u. f, durch Ueberzüge, Glasuren und Emaillen 318 u. f. Wodurch derselbe befördert wird 332 u. f. Wie viel das Eisen dadurch am Gewicht zunimmt 348 u. f.

Abschnittel von Stabeisen, Zugutemachung derselben I. 465 u. f.

Adern s. Sehnen.

Adouciren des Stabeisens und Stahls I. 392 u. f. 400 u. f., 429 u. f. des Roheisens II. 731 u. f.

Adstringentien und Eisen II. 253 u. f.

Aether und Eisen II. 497.

Aethiops martialis II. 229.

Alaun, zum Eisenbeizen I. 63. und Eisen II. 350., dessen Zusatz zum Kohlenstaub befördert die Weichheit des Eisens II. 729.

Alembrothsalz II. 36.

Alkalien und Eisen II. 347. 355. 490.

Amalgama, zum Vergolden II. 29.

Ameisensäure u. Eisen II. 476.

Amianth I. 343.

Ammoniak und Eisen II. 494.

Anlassen des Stahls, s. Anlaufen.

Anlaufen des Eisens, ein Mittel gegen das Rosten I. 94 u. f. dadurch bewirkte Farbenveränderung 100. 238. u. f. Versuche über das Anlaufen der verschiedenen Eisenarten 242 u. f. Von der Wirkung des Anlaufens auf Eisen und vorzüglich auf Stahl 247 u. f. Ursachen der Entstehung der Anlauffarben 254 u. f. Vom Blauanlaufen 260 u. f. Vom Anlaufen nach der Härtung II. 661 u. f.

Anlauffschmiede I. 577.

Arborescentia martis II. 442.

Arsenik, spec. Gewicht I. 122. Schwächt den Magnetismus des Eisens 181 f. Ob es Rothbruch oder Kaltbruch beim Eisen bewirkt 657 f. II. 182. Der Arsenikgehalt der Erze ist nicht nachtheilig 190.

— und Eisen I. 182. 499. II. 112. 180 u. f.

Arsenikſäure u. Eisen II. 461.

Aschenflecke, im Eisen I. 5. Wie dieselben entstehen und zu vermeiden sind 130 u. f.

Auflösung, verschiedene Arten davon II. 639.

B.

Barbirmesser, Schärfen derselben I. 38. Das Anlassen vor dem Gebrauch ist nützlich 252.

Bauerösen, schwedische I. 547 u. f.

Beizen, des Eisens I. 60 u. f. II. 121. 370. 427 u. f. 450 u. f. Farbenveränderung dadurch I. 101.
Benzösäure und Eisen II. 480.
Berlinerblau II. 307 u. f. natürliches 478.
Bernsteinfirniß I. 89.
Bernsteinsäure und Eisen II. 480.
Beschlag, für Eisen, um dasselbe gegen den Abbrand zu schützen I. 319 u. f.
Bestuschewsche Nerventinktur II. 497.
Biscayische Feuer I. 537.
Blaseöfen, schwedische I. 532. 547 u. f.
Blattgold, zum Eisenvergolden II. 23. 28. zum Einlegen in Eisen 38.
Blattleisen II. 532.
Blattsilber, in Eisen einzulegen II. 39.
Blaue Farbe, dem Eisen durch Anlaufen mittheilen I. 94 f. 260 u. f aus Eisen, natürlich in den Fossilien II 303. durch Kunst bereitet 307 u. f. in Glasflüssen 316 u. f. in den Färbereien 322 u. f.
Blausäure und Eisen II. 312. 409. 484.
Blech, Verhütung des Abbrands beim Blechschmieden I. 72. Lakiren der Bleche 87. u. f.
Blechabschnittel, Zugutemachung derselben I. 465 u. f.
Blei, spec. Gewicht I. 122. Ist dem Magnetismus des Eisens nicht hinderlich 181.
— und Eisen I. 181. 497. II. 110. 126 u. f. 222.
— klingt unter allen Metallen am wenigsten II. 772.
Bleierze, Verschmelzung derselben mit Eisen II. 131.
Blutlauge II. 309. zum Probiren der Eisenerze 409.
Blutlaugensalz II. 309 f.
Blutstein, zum Poliren des Eisens I. 39. 44.
Blutsteinerze I. 187.
Borax und Eisen II. 347. wie viel Säure er zur völligen Neutralität erfordert 481.
Boraxsäure und Eisen II. 480.
Branntweinschlamm, zum Beizen des Eisens I. 62.
Braten, des Roheisens II. 531.
Braunbeizen des Eisens I. 92 u. f.
Braunroth II. 275.
Braunstein, s. Mangan.
Brechschmiede I. 576.
Brennbare Luft, s. Wasserstoffgas.
Brennen, s. Cementiren.
Brennstahl, s. Cementstahl.
Brennstoff, s. Phlogiston.
Brockenschmelzen, in Tiegeln I. 465 u. f.
Bruch des Eisens I. 7. u. f. Veränderungen, denen das Bruchansehen unterworfen ist 101.
Bruniren, des Eisens I. 28. 53. 92 u. f.
Butschmiede I. 569 u. f.

C.

Cementiren, des Stabeisens, mit verschiedenen Substanzen, um die Weichheit desselben dadurch zu befördern I. 403 u. f. des Roheisens mit Zusätzen, um es in Stahl zu verwandeln II. 555 u. f. des Stabeisens mit Zusätzen zu Stahl 601 u. f. Versuche darüber 604. welcher Hitzgrad dabei erforderlich ist 618. Materialeisen dazu 626. Allgemeine Bemerkungen über das Stahlbrennen 630. 634. trägt zur Beförderung der Weichheit der Oberfläche des Eisens nichts bei II. 732.
Cementkupfer II. 99.
Cementstahl II. 601. s. Cementiren.
Centnerheerde, s. Zerrennfeuer.
Chrom, ob es magnetisch ist I. 157.
Chromsäure u. Eisen II. 487.
Citronensäure und Eisen II. 472.

Cohäsion, des Eisens I. 642.
Colcotar Vitrioli I. 38.
Compaßnadel, Aufsuchen der Eisenerze durch sie I. 195 u. f. Anfertigung derselben 204 u. f.
Crocus martis, zum Eisenpoliren I. 36. 43. Entstehung 282. 289. II. 342.
— — adstringens I. 338. II. 343.
— — aperiens II. 343.

D.

Damasciren I. 104. Beizen der damascirten Arbeit II. 428. ächte und falsche Damascirung 439.
Degenklingen, s. Klingen.
Deutsche Schmiede I. 566 u. f.
Dichtigkeit, des Eisens I. 129. u. f. 484 f.
Doppelöfen, schwedische I. 532. 549.
Drath, Mittel ihn vom Glühspan zu befreien I. 66. Muß bei der Bearbeitung ausgeglüht werden 139. Sortiren desselben nach regelmäßigen Nummern 643 u. f.
Drathmaaß I. 643 u. f.
Dürrsteinerze I. 15. 74. 188. 205. II. 696.

E.

Eigenthümliches Gewicht, s. Gewicht.
Einlegen, des Goldes und Silbers in Eisen II. 38. des Kupfers 90.
Einmalschmelzer-Arbeit I. 586.
Eisen (s. auch Stabeisen, Roheisen, Stahl) Farbe desselben I. 3 u. f. Bruchansehen 7 u. f. Reinigen desselben durch Feilen 17. durch Schleifen 20. durch Scheuren 24. durch Poliren 26 u. f. durch Beizen 60 u. f. durch Glühen mit Zusätzen 69 u. f. Mittel es gegen den Rost zu bewahren 73 u. f. durch Ueberzüge 77 u. f. durch Firnisse 86 u. f. durch Bruniren oder Braunbeizen 92 u. f. durch Anlaufenlassen 94 u. f. durch Ueberziehen mit Oelen 96 u. f. Veränderungen, denen die Farbe u. der Bruch des Eisens durch die Behandlungsart unterworfen ist 100 u. f. Specifisches Gewicht der verschiedenen Eisenarten 106 u. f. Verschiedenheit des Gewichts d. Eisens in der Hitze u. in der Kälte 126 u. f. Dichtigkeit und Undichtigkeit des Eisens 129 u. f. Federkraft desselben 136 u. f. Von der Wirkung des Magnet auf Eisen 154 u. f. 164 Anm. Wodurch der Magnetismus desselben zerstört wird 167 u. f. Verhalten zum Magnet, wenn es mit anderen Metallen verbunden ist 179 u. f. Anfertigung künstl. Magnete und Compaßnadeln 198 u. f. Ausdehnung desselben in d. Wärme 216 u. f. in der Schmelzhitze 229 u. f. Anlauffarben d. Eisens 238 u. f. Ueber die Wirkungen d. Anlaufens auf Eisen 247 u. f. Blauanlaufen des Eisens 260 u. f. Wirkungen der höheren Hitzgrade auf das Eisen 269 u. f. 387 u. f. Verhalten in d. Glühhitze 273 u. f. 276 u. f. 285 u. f. 423 u. f. ist bei den verschiedenen Eisenarten verschieden 296 u. f. Wie d. Abbrand desselben in der Hitze vermindert oder vermieden werden kann 307 u. f. Emailliren desselben 321 u. f. Wodurch das Verbrennen des Eisens befördert wird 332 u. f. Wann durch Glühen desselben Graphit entsteht 339 f. Gewichtszunahme durch Verkalken 348 u. f. 362 u. f. Wirkungen des Feuers auf die Härte desselben 381 u. f. Wirkungen der Kälte 383 u. f. Ob das Feuer allein die Weichheit desselben befördern kann 392 u. f. Durch welche Mittel demselben eine größere Weichheit mitgetheilt werden kann 400 u. f. 429 u. f. Wirkung des Feuers auf die Zähigkeit desselben 431 u. f. Verhalten in der Schmelzhitze 440 u. f. Ursachen d. Ungeschmeidigkeit desselben 495 u. f. durch die Verbindung mit anderen Metallen

tallen 496 u. f. mit kohligen, erdartigen, brennbaren und salzigen Körpern 500 u. f. durch die Form der integrirenden Theilchen 507. durch den Mangel oder Ueberfluß eines Bestandtheils 508. durch nachlässige Bearbeitung 509 f. Versuche über die Zähigkeit, Stärke und Spannkraft desselben 636 u. f. Rothbrüchiges 646 u. f. Kaltbrüchiges 652 u. f. Verhalten mit anderen Metallen beim Zusammenschmelzen u. f. f. II. 3. u. f. Ueber die nähere oder entferntere Verwandtschaft desselben zu den Metallen 218 u. f. Farben aus Eisen 224 u. f. Hat zwei Oxydationsstufen 273. Verhalten desselben an der Luft, mit Wasser, Salzen und Säuren 339. u. f. Quantität der brennbaren Luft, welche sich bei der Auflösung in Säuren entwickelt 373, der Hitze 418. Beizen des Eisens s. dieses. Allgemeine Bemerkungen über den Unterschied des Roheisens, des Stabeisens und des Stahls 764 u. f. Bestandtheile desselben II. 763 u. f.

Eisen und Aether II. 497.
— und Alaun II. 350.
— und Alkalien II. 347. 355. 490.
— und Ameisensäure II. 476.
— und Ammoniak II. 494.
— u. Arsenik I. 182. 499. II. 112. 180 u. f.
— u. Arsenikſäure II. 461.
— u. Benzösäure II. 480.
— u. Bernsteinsäure II. 480.
— u. Blausäure II. 312. 409. 484.
— u. Blei I. 181. 497. II. 110. 126. u. f. 222.
— u. Borax II. 347.
— u. Boraxsäure II. 480.
— u. Chromsäure II. 487.
— u. Citronensäure II. 472.
— u. Essigsäure II. 469.
— u. Flußsäure II. 456.
— u. Gallusäure II. 256.
— u. Gerbestoff II. 256.
— und Gold I. 179. 496. II. 5 u. f.
— u. Kalköl II. 514.
Eisen u. Kobalt I. 184. 498. II. 167 u. f. 223.
— und Kochsalz II. 349. 511.
— und Königswasser II. 454.
— u. Kohlensäure II. 360. 442.
— u. Kupfer I. 180. 496. 648. II. 70 u. f. 147. 160. 209. 221.
— u. Mangan I. 185. 499. II. 136 u. f. 222.
— u. Molybdän II. 214.
— u. Molybdänsäure II. 484.
— u. Nickel I. 184. 499. II. 79. 156 u. f. 223.
— u. Oele II. 498.
— u. Phosphor II. 502.
— u. Phosphorsäure II. 477.
— u. Platin I. 179. 496. II. 39 u. f.
— u. Queckſilber I. 184. 498. II. 133 u. f.
— u. Salmiak II. 348. 506.
— u. Salpeter II. 351. 502.
— u. Salpetersäure II. 415.
— u. Salzsäure II. 447.
— u. Sauerkleesäure II. 467. 482.
— u. Scheelsäure II. 486.
— u. Schwefel II. 499.
— u. Schwefelsäure II. 364 u. f.
— und Schwefelwasserstoffverbindungen II. 398. 443. u. schwefligte Säure 409.
— u. Silber I. 180. 496. II. 54 u. f.
— u. Spießglas I. 182. 497. II. 111. 130. 193 u. f. 223.
— u. Titan II. 217.
— u. Weingeist II. 495.
— u. Weinsteinsäure II. 464.
— u. Wismuth I. 181. 498. II. 110. 188. 200 u. f.
— u. Wolfram II. 216.
— u. Zink I. 181. 498. II. 77. 205 u. f.
— u. Zinn I. 181. 496. II. 84. 102 u. f. 210. 221.
— u. Zuckersäure II. 467. 482.
Eisenabfälle, Zugutemachung derselben I. 465 u. f.
Eisenamianth I. 343.
Eisenbaum II. 442.
Eisenblech s. Blech.
Eisenerze. Eintheilung bei den schwedischen Hüttenleuten I. 15. Berechnung ihres Gehalts nach dem spec. Gewicht 118 u. f. Verhalten

halten gegen d. Magnet 186 u. f. Auffinden und Probiren derselben durch den Magnet 192 u. f. s. Probiren. Behandl. beim Verschmelzen 509. Reduction derselben in den Luppenfeuern u. Rennschmieden 515. 527 u. f. 605 u. f. welche mehr geneigt sind, graues oder weißes Roheisen zu geben II. 694. aus denen, die weißes Eisen geben, erfolgt beim Frischproceß Stahl 695. braunsteinhaltige sind zu Compaßnadeln und Magnetstäben nicht anwendbar 715.
Eisenfarben II. 224 u. f.
Eisenglimmer I. 339. Ist ein Kennzeichen des gaaren Eisens II. 701.
Eisenkalk, s. Eisenoxyd, Eisenoxydul, Frischschlacke, Gaarschlacke u. Glühspan.
Eisenkitt I. 320.
Eisenmohr II. 229.
Eisenoxyd, ist nicht magnetisch I. 168. wird durch starkes Glühen magnetisch 169. verändert sich in der Weißglühhitze in Oxydul 346 f. Sauerstoffgehalt desselben 355. und Wasser 375. und Essig 377. u. Salpetersäure 377. II. 418. und Salzsäure 378. II. 448. und Königswasser I. 378. II. 455. u. Schwefelsäure I. 380. II. 364. und Flußsäure I. 381. Farbe desselben II. 273. 291.
Eisenoxydul, ist magnetisch I. 168. (s. Glühspan.) Sauerstoffgehalt desselben 355. und Wasser 375. und Salpetersäure 377. II. 418. und Essig I. 376. und Salzsäure 378. II. 448. und Königswasser I. 378. II. 455. u. Schwefelsäure I. 380. II. 364. und Flußsäure I. 381. Farbe desselben II. 273. Verwandlung in Oxyd 340. 369.
Eisenprobe, s. Probiren.
Eisensafran II. 283. zum Poliren des Eisens I. 36.
Eisenschaum I. 339.
Eisenschlacke, s. Frischschlacke, Gaarschlacke u. Schlacke.
Eisenvitriol, s. Vitriol.
Elasticität, des Eisens und Stahls I. 136 u. f. Versuche darüber 636 u. f.
Emaille, auf Eisen I. 321 u. f. schwarze durch Eisen II. 239 u. f. rothe 282 u. f. gelbe 300. blaue 316. grüne 330 u. f.
Englische Frischarbeit I. 587 u. f.
Englischroth II. 275.
Erlangerblau II. 311.
Erze, s. Eisenerze.
Eschel, im Eisen, s. Aschenflecke.
Essigsäure, zum Beizen d. Eisens I. 62. Verhalten gegen die Eisenkalke 376. u. Eisen II. 469.
Etzen, des Eisens u. Stahls II. 427. 435.
Etzwasser II. 428. u. f. 437. 439.

F.

Farbe, des Eisens, äußere I. 3 u. f. 488. innere 7 u. f. Anlauffarben d. Eisens, s. Anlaufen.
Farben, aus Eisen II. 224 u. f.
Fasern, s. Sehnen.
Fauladriges, faulbrüchiges Eisen I. 10.
Feder, s. Stahlfeder.
Federkraft, des Eisens und Stahls I. 136 u. f.
Feilen, des Eisens I. 17 u. f.
Feilenhärten II. 676.
Festigkeit, des Eisens, Versuche darüber I. 636 u. f.
Feuerbau, worauf dabei Rücksicht zu nehmen I. 619 u. f.
Feuervergoldung II. 29.
Firniß, zum Ueberziehen des Eisens I. 79 u. f. 86 u. f.
Flammöfen, zum Zugutemachend Stabeisenabgänge I. 466. 475 f. zum Frischen des Roheisens 590. Anm. u. f.
Flintenläufe, Braunbeizen derselben I. 28. 92. Anlaufenlassen 95. Damasciren 104. Beizen II. 432. Undichtes Eisen ist bei der Lauffabrikation nicht immer zu vermeiden I. 136. Ausglühen derselben ist zur weiteren Bearbeitung

tung nothwendig 393. Welches Eisen dazu anzuwenden 439. 485.
Floßöfen zur Bereitung d. Stahlroheisens II. 528.
Flottstahl I. 647.
Fluß, s. Zuschläge, auch Glasfluß.
Flußsäure u. Eisenkalke I. 381. und Eisen II. 456.
Frischeisen I 598.
Frischen, des Roheisens, worauf dasselbe beruht I. 524. 526. 616. f. Erklärung einiger dabei vorkommenden Benennungen 598 u. f. Einfluß, den die Beschaffenheit des Roheisens, der Kohlen und Zuschläge auf den Frischproceß haben 605 u. f.
Frischherd I. 619 u. f.
Frischmethoden I. 525. 552 u. f. Welche die beste sey? 625 u. f.
Frischschlacke I. 338. 347 601. Ueber die Reduktion derselben 355 u. f. 368 u. f.
Frischschmiede I. 571 f.

G.

Gaargang I. 598.
Gaarschaum I. 339.
Gaarschlacke I. 338. 347. 602.
Gallapfel, zum Schwarzfärben mit Eisen II. 253 u. f.
Gallussäure und Eisen II. 256.
Gelbe Farbe, aus Eisen, in d. Fossilien II. 293 u. f. durch Kunst bereitet 297 u. f. in Glasflüssen u. Emaillen 300 u. f. in den Färbereien 302.
Gerben, des Stabeisens, um es gleichartiger, dichter und zäher zu machen I. 472 u. f. des Stahls II. 547 u. f.
Gerbestoff und Eisen II. 256.
Geschmeidigkeit, des Eisens I 479 u. f.
Gewehrlauf, s. Flintenlauf.
Gewicht, specifisches, des Eisens I. 106. verschiedener Eisenarten 108 u. f. Berechnung d. Eisengehalts der Erze nach ihrem spec. Gewicht 118 u. f. Eigenschwere der übrigen Metalle und Vergleichung mit der des Eisens 122 u. f. Veränderung des spec. Gewichts des Eisens durch Verbindung mit anderen Metallen 124 u. f. durch Temperaturveränderung 126 u. f.
Glasflüsse, schwarze II. 235 u. f. rothe 282 u. f. gelbe 300. blaue 316. grüne 330.
Glasmalerei II. 245 u. f.
Glasur, auf Eisen I. 321. schwarze, durch Eisen II. 239 u. f. rothe 282. gelbe 300. grüne 330.
Globuli martiales II. 466.
Glocken, eiserne, geben den metallnen im Tone wenig nach II. 779.
Glühhitze, Verhalten des Eisens darin I. 269 u. f. 273 u. f. Auf welche Art sie die Weichheit des Eisens befördert 392 u. f. 423 f. Wiederholtes Glühen verschlechtert das Stabeisen nicht 435 u. f.
Glühofen, zum Ausglühen des Stabeisens I. 138. 394. für die Blechhütten 308 f. 310.
Glühspan, Befreiung d. Eisens davon durch Beizen auf dem nassen Wege I. 61 u. f. auf dem trocknen Wege 66 u. f. Entstehung desselben beim Glühen des Eisens 276 u. f. Mittel, die Entstehung desselben zu vermindern oder zu verhüten 307 u. f. Natur und Eigenschaften desselben 337 u. f. Verschlackt sich in der Hitze 344. Reduktion im Großen 368 u. f.
Gold, spec. Gew. I. 122. Giebt mit Eisen ein magnetisches Gemisch 179.
— u. Eisen I. 179. 496. II. 8 u. f.
Goldamalgama, zum Vergolden des Eisens II. 29.
Goldauflösungen, und Eisenauflösungen II. 15 u. f. zum Vergolden 24 u. f.
Goldfarbe, für Eisen I. 102.
Goslarer Gelb II. 275.
Graglack II. 527.
Grapen, s. Kochgeschirre.
Graphit I. 339 f. II. 588. wird zum inwendigen Schlichten der Form bei Gußwaaren angewendet

det II. 703. wie man die Oberfläche des Eisens dadurch weicher machen kann 735. Ist kein nothwendiger Bestandtheil des Eisens 759. verhält sich zum Roheisen wie die Kohle zum Holz 760.
Grüne Farbe, durch Eisen, natürlich in den Fossilien II. 324. durch Kunst bereitet 327. in Glasflüssen und Emaillen 330.
Grünerde II. 325.
Gußstahl, spec. Gew. I. 122. Bereitung II. 639.
Gußstückeisen I. 583.
Gußwaaren, Mittel zur Verhütung des Rostens derselben I. 82 u. f. Ueber das Schwinden derselben beim Guß und über die Mittel zur Begegnung der daraus entspringenden Nachtheile 233 u. f. Emailliren derselben 318 u. f. Vergolden II. 28. Wie ihnen durch einen Kupfergehalt des Roheisens nöthigenfalls die größte Härte ertheilt werden kann 93. Tempern oder Adouciren derselben 559.

H.

Härte, des Eisens, ergiebt sich aus der Farbe I. 4.
Härten, der Klingen I. 150 u. f. des Stahls 224. II. 648 u. f. Versuche über das Härten 663 u. f. Oberflächenhärtung 666 u. f.
Härtepulver II. 668 u. f.
Halbwallonenschmiede I. 573.
Hammerschlag, als Ueberzug auf Eisen gegen das Verbrennen I. 320. s. Glühspan.
Hammerschmidtschlacke, s. Frischschlacke.
Hammerstockschlacke I. 604.
Hartes Eisen I. 482 630 u. f.
Hartflöß II. 150. 529.
Harze, sind, zum Verzinnen angewendet, der Gesundheit nicht nachtheilig II. 781.
Hellroth II. 275.
Hitze, über die Wirkung der höheren Grade derselben auf das Eisen I. 269. 381 u. f. 392 u. f. 431 u. f. Von den größeren oder geringeren Graden derselben hängt der stärkere oder geringere Abbrand des Eisens ab 300. Quantität, welche sich bei der Auflösung in verschiedenen Säuren entwickelt II. 418 u. f.
Hoherofenbetrieb, Wahl d. Zuschläge dabei I. 504 u. f. Auf welche Art das Roheisen dabei ausgebracht wird 513 u. f. 522.
Holz, schwarz zu färben II. 264.
Holzessia, zum Eisenbeizen I. 62. und Eisen II. 472.
Horn, schwarz zu färben II. 266.
Hornsilber, Reduktion des Silbers daraus II. 62 u. f.
Hyderosiderum II. 502.

J.

Japanische Blecharbeit I. 87.
Inclinationscompaß I. 211.
Insatzhärtung II. 666 u. f.

K.

Kälte, Wirkungen derselben auf Eisen I. 383 u. f.
Kalk, s. Eisenkalk.
Kalk, als Zusatz beim Verfrischen des Roheisens I. 613. 643. Anm.
Kalköl und Eisen II. 514.
Kaltbrüchig Eisen I. 8. 481. rostet am wenigsten 74. Ist zu künstl. Magneten nicht brauchbar 205. ist in starker Hitze am weichsten 383. Beschaffenheit der Schweißfunken 470. Kennzeichen und Eigenschaften 652 u. f. Ursachen des Kaltbruchs 655 u. f. Verbesserungsmittel 669 u. f. entsteht durch Arsenik II. 182.
Kanonenguß, welche Erze sind dazu am brauchbarsten II. 701 u. f. die über einer Kernstange gegossenen sollen weiter u. schärfer schießen, als die aus dem vollen gegossenen Geschütze II. 703.
Katalonische Feuer I. 537.
Kattundruckerfarben II. 303.

Kernstange, bei Kanonen, wie sie eingerichtet seyn muß II. 704.
Kessel, große, müssen aus grauem und saurem Eisen gegossen werden II. 710.
Kies I. 339.
Kieselflüssigkeit, als Mittel zur Reinigung des Eisens I. 69.
Kieselkörner, im Eisen I. 6. 481.
Kitt, auf Eisen I. 320.
Kleesäure u. Eisen II. 467. 482.
Klingen, deren Anfertigung I. 147 u. f. Vergoldung II. 34. wie ihnen ein Moschusgeruch mitzutheilen 423. Etzen derselben 435. Wahl des Stahls dazu 549.
Knallgold II. 16.
Knochen, schwarz zu färben II. 266.
Kobalt, spec. Gewicht I. 123. Ob es magnetisch ist 157. Ist dem Magnetismus des Eisens nicht hinderlich 184. Wie es vom Nickel zu scheiden II. 166.
— und Eisen I. 184. 498. II. 167 u. f. 223.
Kochen, d. Roheisens beim Frischen I. 600.
Kochgeschirre, eiserne, ihnen das Schwärzen der Speisen zu benehmen I. 82. 85. II. 710.
Kochsalz und Eisen II. 349. 511.
Kochschmiede I. 566 u. f.
Königswasser u. Eisenkalke I. 378. II. 455. und Eisen II. 454.
Kohle, Einfluß, den die Beschaffenheit derselben auf den Frischproceß hat I. 612.
Kohlensäure und Eisen II. 360. 442.
Kohlenstoff, s. Phlogiston.
Kollerfarbe, gelbe II. 275.
Kornbeize I. 61.
Korsikanische Feuer I. 537.
Kupfer, spec. Gewicht I. 122. Giebt mit Eisen ein magnetisches Gemisch 180. als Ueberzug des Eisens II. 86 u. f.
— und Eisen I. 180. 498. 648. II. 70 u. f. 147. 160. 209. 221.
Kupferrauch II. 382.

L.

Lackiren, des Eisens I. 87. u. f.
Lamottische Goldtropfen II. 497.
Lasurstein, Bereitung des Ultramarins daraus II. 315.
Leder, schwarz zu färben II. 263.
Löschfeuerschmiede I. 582 u. f.
Löthen, des Eisens mit Kupfer II. 66 u. f.
Ludwigsche Eisentinktur II. 496.
Luftsäure u. Eisen II. 360.
Luppenfeuer I. 513 u. f. 527 u. f. schwedische 529 u. f. deutsche 533 u. f. korsikanische 537 u. f. französische 543 u. f. Ob sie eben so gutes Stabeisen liefern als das ist, welches durch Verfrischen d. Roheisens erhalten wird 628 u. f.

M.

Märkische Osemundschmiede I. 556 u. f.
Magnet, als Mittel zur Bestimmung des Eisengehalts der Erze I. 119. Ob er außer dem Eisen noch andere Körper anzieht 154 u. f. Welche Gesetze er befolgt 157 u. f. Verhalten desselben zum Eisen in Verbindung mit anderen Körpern 179 u. f. zu den Eisenerzen 186 u. f. Auffinden und Probiren der Eisenerze durch den Magnet 192 u. f. Anfertigung künstl. Magnete 198 u. f. durch den Magnet läßt sich ausmitteln welche Erze im Hohenofen am leichtflüssigsten sind II. 716.
Magnetismus, des Eisens I. 154 u. f. ist bei den verschiedenen Eisenarten verschieden 158 u. f. Mittel zur Erregung desselben 163 u. f. Wodurch derselbe zerstört wird 167 u. f. Natur d. magnetischen Materie 177 f. M. des Eisens in Verbindung mit anderen Metallen 179 u. f.
Mangan, spec. Gewicht I. 123. Ob es magnetisch ist 157. Schwächt den Magnetismus des Eisens

Eisens 185. II. 142. Verwandelt das Eisen in Stahl 144. Scheidung vom Eisen 150 u. f.
Mangan und Eisen I. 185. 499. II. 136 u. f. 222.
— befördert das Schmelzen des Roheisens II. 738.
Messerstahl, Gerben desselben II. 551.
Metallspiegel I. 57.
Mock II. 530.
Molybdän u. Eisen II. 214.
Molybdänsäure und Eisen II. 484.
Morasterz, s. Wiesenerz.

N.

Nankinfärberey II. 303.
Nassauische Einmalschmelzerey I. 586.
Navarrische Feuer I. 537.
Neapelgelb I. 88. II. 295.
Nickel, spec. Gewicht I. 122. Ist magnetisch 157. Hindert d. Magnetismus des Eisens nicht 184. Ist ein edles Metall II. 158 166. Verfahren es vom Kobalt zu scheiden 166.
— und Eisen I. 184. 499. II. 79. 156 u. f. 223.

O.

Oberflächenhärtung II. 666 u. f.
Obschigalnie Petschi I. 138.
Ockerfarbe, rothe II. 274 u. f. gelbe 293 u. f. 297 u. f.
Oele, Ueberziehung des Eisens damit I. 96 u. f. und Eisen II. 498.
Oleum martis II. 448.
Osemundeisen I. 554.
Osemundschmiede, schwedische I. 553 u. f. deutsche oder märkische 556 u. f.

P.

Pakfong II. 79.
Pariserblau II. 309.
Pflanzensäfte, saure, zum Eisenbeizen I. 63.
Phlogiston, ist die Ursache der Sprödigkeit u. der Geschmeidigkeit des Eisens I. 341 f. 362 u. f. 502 f. 516 u. f. 608 f. Anwesenheit desselben in den verschiedenen Arten des Eisens 539 u. f.
Phosphor, ist die Ursache des Kaltbruchs d. Eisens I. 659. und Eisen II. 502.
Phosphoreisen I. 660. II. 502.
Phosphorsäure und Eisen II. 477.
Pigmente, aus Eisen II. 224 u. f.
Platin, spec. Gewicht I. 122. Bestandtheile der rohen Platinkörner 156. Ob es mit Eisen ein magnetisches Gewicht giebt 179. Verhalten der Auflösung desselben mit mehreren metallischen Solutionen II. 46 u. f. Wie es rein darzustellen 52 u. f.
— und Eisen I. 179. 496. II. 39 u. f.
Plattleisen II. 532.
Pletteisenbolzen, dazu wendet man lieber Roheisen an II. 724.
Poliren, des Eisens I. 26 u. f. mit der Hand 41 u. f. auf der Scheibe 52 u. f. verändert die Farbe des Eisens 101.
Polirfeilen I. 46.
Polirpulver, deren Zubereitung I. 30 u. f.
Polirroth II. 275.
Polirscheiben, deren Anfertigung I. 48 u. f.
Polirstock I. 45.
Polirung, Mittel sie zu bewahren I. 76 u. f.
Probiren, der Eisenerze, durch den Magnet I. 192 u. f. auf dem trocknen Wege II. 414. dabei müssen Salze vermieden werden I. 336 f. Arsenikzusatz dabei 460. auf nassem Wege II. 409.
Puddelöfen I. 592.
Pyrmasonstein I. 182. Anm II. 186.
Pyrometer I. 273 f.

Q.

Queckſilber, spec. Gew. I. 122. Ob

Ob es dem Magnetismus des Eisens hinderlich ist I. 184.
Queckſilber und Eiſen I. 184. 498. II. 133 u. f.
Quickſteinerze I. 15. 205. geben weißes Roheiſen II. 695.
Quickwaſſer II. 30.

R.

Raſenerz, ſ. Wieſenerz.
Raffiniren des Stahls II. 547 u. f.
Raſirmeſſer, Schärfen derſelben I. 38.
Reduction, der Eiſenkalke I. 355 u. f. 362 u. f. 368 u. f. der Eiſenerze im Hohenofen 513 u. f. 522. der Eiſenerze in den Luppenfeuern u. Rennſchmieden 527 u. f. 605 u. f.
Regulus antimonii martialis II. 194.
Reißblei, ſ. Graphit.
Rennfeuer, zur Reduction der Friſchſchlacken I. 368 u. f. zur Reduction der Eiſenerze, ſ. Luppenfeuer.
Roheiſen, deſſen Farbe I. 13 u. f. Specifiſches Gewicht 106 u. f. 114. Unterſcheidet ſich durch ſein magnetiſches Verhalten vom Stabeiſen und Stahl 158 u. f. Unmagnetiſches 175. Ausdehnung deſſelben in der Schmelzhitze 229 u. f. Verſuche über das Anlaufen deſſelben 242 u. f. Verhalten in der Glühhitze 273 u. f. 279 u. f. 285 u. f 517 u. f. Läßt ſich mit gehöriger Bedeckung ohne allen Abbrand ſchmelzen 312 u. f. Mittel den Abbrand deſſelben durch Ueberzüge und Glaſuren zu verhüten 318 u. f. das Verbrennen wird durch Glühen mit Gips, Kalkſtein und Salzen befördert 334 u. f. Gewichtszunahme durch Verkalken 348 u. f. 362 u. f. Verhalten in der Schmelzhitze 450. 521 u. f. Verſchiedene Methoden, daſſelbe zur Geſchmeidigkeit zu bringen, oder es in Stabeiſen umzuwandeln 511 u. f. 516 u. f. 552 u. f. Wie es im Hohenofen entſteht 514 f. 522. Verhalten beim Glühen mit abſorbirenden Zuſätzen 519 u. f. Iſt der Grundbeſtandtheil des Stabeiſens, ſ. Phlogiſton. Arten deſſelben 610 u. f. II. 684 u. f. Wird durch einen Kupfergehalt härter und zu manchen Gußwaaren geſchickter II. 93. Uebereinſtimmung deſſelben mit Stahl 522. Produktion aus Floßöfen 528. Verwandlung in Stahl durch Cementiren mit und ohne Zuſätze 555 u. f. Urſachen davon 582. Was man eigentlich unter Roheiſen verſteht 680 u. f.
Roheiſen, Bemerkungen und Verſuche über verſchiedene Arten II. 689. von dem äußern Anſehen kann man auf deſſen innere Eigenſchaften ſchließen 692. das weiße und grelle aus Quickſteinerzen iſt das reinſte 693. das graue gaare läßt ſich im Waſſer eben ſo härten als Stahl 694. weißes geben alle Quickſteinerze, alle Erze, die ſehr innig mit Kalk verbunden ſind, die Eiſengranaten bei ſich führen, die viel grünen Schörl enthalten, alle rothbrüchige und friſchgehende Erze, die Schwefelſäure bei ſich führen 695. rohe und ſchlecht geröſtete Erze 696. graues geben alle Dürrſteinerze 696.
— welche Eigenſchaften ſind zu Gußwaaren erforderlich? II. 697.
— geſprenkeltes iſt zu Walzen nicht brauchbar II. 698.
— hartes wird zu Schmiedeambößen, Kugeln, Bomben und Granaten erfordert II. 699.
— wie bekommt es die Eigenſchaften, durch welche es im Allgemeinen zu Gußwaaren brauchbar wird? II. 700.
— aus Flammöfen iſt dichter als das aus Cupolöfen II. 707.
— weißes und umgeſchmolzenes wird weniger von den Säuren angegriffen II. 710.

Roheisen, specifisches Gewicht desselben ist sehr verschieden II. 710 f.
— wie verhält es sich gegen den Magnet II. 714.
— welches wird am stärksten vom Magnet gezogen II. 716.
— dessen Ausdehnung in der Wärme und in der Schmelzhitze II. 717.
— erfordert zum Blauanlaufen einen stärkern Hitzgrad als geschmeidiges Eisen II. 723.
— wie es sich im Feuer ohne Zusätze verhält II. 723.
— wie verhält es sich in der Glühhitze mit Zusätzen II. 730.
— dessen ungleiches Verhalten im Frischfeuer II. 746.
— aus schwedischen Bergrevieren, dessen Eigenschaften und Kennzeichen II. 752.
— Auflösung der verschiedenen Arten desselben in den verschiedenen Auflösungsmitteln II. 755.
— Klang desselben II. 765.
— Verzinnung desselben II. 780.
Rohgang I. 599.
Rohstahl, unmittelbar aus Erzen II. 526 u. f. aus Roheisen 528 u. f., s. Stahl.
Rohschlacke, s. Frischschlakke.
Rost, Reinigung des Eisens davon I. 24 u. f. Mittel das Eisen dagegen zu bewahren 76 u. f. Natur desselben II. 293. 344. Entstehung desselben 342. 356 u. f.
Rosten, macht das Eisen magnetisch I. 165.
Rostfarbe, den Flintenläufen mitzutheilen I. 92.
Rostpapier I. 25.
Rothbrüchiges Eisen I. 481. rostet leicht 74. wird am stärksten vom Magnet angezogen 161. Ist zu Anfertigung künstlicher Magnete brauchbar 205. Beschaffenheit der Schweißfunken 471. Eigenschaften 646 u. f. Ursache des Rothbruchs 648 u. f. Verbesserungsmittel 651 f. Ob Rothbruch durch Kupfer entsteht 496. 648. II. 70. ob durch Arsenik 182.
Rothe Farbe, aus Eisen, in den Fossilien II. 267 u. f. durch Kunst bereitet 272 u. f. in Emaillen und Glasflüssen 282 u. f. in Thongeschirren 292.
Rother Eisenkalk, s. Eisenoxyd.
Rothglühhitze I. 275.

S.

Säbelklingen, deren Anfertigung I. 147 u. f.
Sägenblätter, müssen durch kaltes Hämmern brauchbar gemacht werden I. 137.
Salbe, zum Ueberziehen des Eisens I. 80 u. f.
Salmiak, zum Eisenbeizen I. 54. II. 122. und Eisen 348. 506.
Salpeter und Eisen II. 351 502.
Salpetersäure und Eisenkalke I. 377. und Eisen II. 415.
Salz, alkalisches, Erfindung desselben zur Verzinnung von Eisenwaaren II. 780.
Salzrubin II. 489.
Salzsäure und Eisenkalke I. 378.
Sandstein, Beschaffenheit desselben zu Schleifsteinen I. 21 u. f.
Sauerkleesäure und Eisen II. 467. 482.
Scharfachstahl II. 531.
Scheelsäure und Eisen II. 486.
Scheibe zum Poliren, s. dieses.
Scheibeneisen I. 583. II. 532.
Scheuren, des Eisens I. 24 u. f.
Scheuerstock I. 25.
Schlacke (Eisenschlacke), Entstehung in der Glühhitze I. 276 u. f. 279 u. f. Reduktion derselben 355 u. f. in Zerrennfeuern 368 u. f. Schwarze Eisenschlacke II. 248. gelbe 300. blaue 316.
Schlackenschmelzen, in Zerrennheerden I. 368 u. f.

Schleifen, des Eisens I. 20 u. f.
Schleifsteine I. 21 u. f.
Schmelzhitze, Verhalten der Metalle, besonders des Eisens darin I. 440 u. f.
Schmelzmethoden, zum Verfrischen des Roheisens I. 552 u. f. Welche die beste sey? 625 u. f.
Schmieden, ob das Eisen dadurch Fasern erhält I. 493.
Schmiedesinter, s. Glühspan.
Schmirgel I. 30.
Schmirgeln, des Eisens I. 25. 30 u. f. 41 u. f.
Schrotbeize I. 61.
Schwarze Farbe, aus Eisen, in den Fossilien II. 227 u. f. durch Kunst bereitet 229 u. f. in Glasflüssen 235 u. f. in Emaillen und Glasuren 239. in Thongeschirren 249 u. f. auf Wolle 261 u. f. auf Leder 263. auf Holz 264. auf Knochen und Horn 266.
Schwefel, zerstört den Magnetismus des Eisens nur in großem Quantitätenverhältniß I. 162 Anm. 172. Ist die Ursache des Rothbruchs des Eisens 649. Gewinnung aus dem Schwefelkies II. 275. und Eisen 499.
Schwefelkies, dessen Schwefelgehalt II. 275.
Schwefelleber und Eisen II. 398. 443.
Schwefelsäure ist ein gutes Beizmittel für Eisen II. 121. und Eisenkalke I. 380. und Eisen II. 364 u. f.
Schwefligte Säure u. Eisen II. 409.
Schweißen, des Eisens, ob es ohne mechanischen Druck möglich I. 444 u. f. Was darunter verstanden wird 465. 472. Vorsicht, welche beim Schweißen angewendet werden muß 473 f.
Schweißfunken, sind nach der Beschaffenheit des Eisens verschieden I. 470. 490.
Schwerfteinsäure und Eisen II. 486.
Schwinden, der Gußwaaren I. 233. 236 u. f.
Seeerze I. 186.
Sehnen, ob sie das beste Eisen bezeichnen I. 493. Verschwinden durch Cementiren des Stabeisens 507 f.
Siderum II. 502.
Silber, spec. Gewicht I. 122. Giebt mit Eisen ein magnetisches Gemisch 180.
— und Eisen I. 180. 496. II. 54 u. f.
Silberfarbe, für Eisen I. 103.
Sinter, s. Glühspan.
Sinterungen, mit Eisen II. 346 u. f.
Specifisches Gewicht, s. Gewicht.
Spiegel, s. Metallspiegel, Stahlspiegel.
Spiesglanz, spec. Gew. I. 123. Ob es dem Magnetismus des Eisens hinderlich ist 182 f. Zusatz zum Zinn beim Verzinnen II. 125. Bereitung aus dem rohen Spiesglanz II. 194.
— und Eisen I. 182. 497. II. 85. 111. 130. 193 u. f. 223.
Springkraft, des Eisens und Stahls I. 136 u. f.
Stabeisen, Farbe desselben I. 3 u. f. Bruchansehen 7 u. f. Reinigung desselben vom Glühspan, s. Eisen. Anlaufen 94 u. f. Versuche über das Anlaufen 242 u. f. Specifisches Gewicht 106 u. f. Wodurch die Undichtigkeit desselben entsteht und wie derselben abzuhelfen 129 u. f. Ist in der Kälte brüchiger als in der mittleren Temperatur 138. 383 u. f. Unterscheidet sich durch sein magnetisches Verhalten vom Stahl und Roheisen 158 u. f. 164 Anm. 242 u. f. Verhalten in der Glühhitze 273 u. f. 278 u. f. 387 u. f. 423 f. Mittel den Abbrand desselben zu vermindern oder zu verhüten 307 u. f. Gewichts-

wichtszunahme durch Verkalken 348 u. f. 362 u. f. Ob das Feuer allein die Weichheit desſelben befördert 392 u. f. Durch welche Mittel demſelben eine größere Weichheit mitgetheilt werden kann 400 u. f. 429 u. f. Cementiren desſelben mit verſchiedenen Subſtanzen zu dieſem Zweck 403 u. f. Wirkung des Feuers auf die Zähigkeit desſelben 431 u. f. Wird durch wiederholtes Glühen nicht ſchlechter 432 u. f. Verhalten desſelben in der Schmelzhitze 440 u. f. Schmelzen desſelben im Tiegel mit Zuſätzen von Kohlenſtaub, Metallkalken, Schwefel, Erden oder Roheiſen 455 u. f. Schmelzen der Stabeiſenbrocken in Tiegeln im Großen 465 u. f. im offnen Feuer 468 u. f. 476 u. f Die Beſchaffenheit desſelben geht aus den Schweißfunken hervor 470. Vorſicht, welche man beim Schweißen desſelben anwenden muß 472 u. f. Eintheilung desſelben nach der verſchiedenen Geſchmeidigkeit, Stärke, Dichtigkeit, Härte u. Weichheit 479 u. f. Welches Eiſen für das reinſte zu halten iſt 484 u. f. Kennzeichen des beſten Eiſens 487 u. f. Ob Sehnen oder Faſern das beſte Eiſen bezeichnen 493 u. f. Urſachen der Ungeſchmeidigkeit desſelben 495 u. f. Verſchiedene Methoden daſſelbe unmittelbar aus den Erzen, oder aus dem Roheiſen darzuſtellen 511 u. f. 625 u. f. Ob das unmittelbar aus den Erzen erzeugte eben ſo gut iſt als das durch Verfriſchen des Roheiſens bereitete 628 u. f. Ueber das harte Eiſen 630 u. f. Vom weichen Eiſen 634 u. f. Verſuche über die Zähigkeit, Stärke und Spannkraft desſelben 636 u. f. Rothbrüchiges Eiſen 646 u. f. Kaltbrüchiges 652 u. f. Dichtes und gleichförmig gutes 676 u. f. Verwandlung in Stahl, ſ. Stahl. Welches Stabeiſen zum Brennſtahl das beſte iſt 626.

Stahl, Farbe und Bruchanſehen I. 3 u. f. roſtet weniger als Stabeiſen 75. Specifiſches Gewicht 106 u. f. Unterſcheidet ſich durch ſein magnetiſches Verhalten vom Stab- u. Roheiſen 158 u. f. 164 Anm. Verſuche über das Anlaufen desſelben und über die daraus entſpringenden Wirkungen 242 u. f. Verhalten in der Glühhitze 273 u. f. 278 u. f. 387 u. f. 399. Gewichtszunahme durch Verkalken 348 u. f. 362 u. f. Verhalten in der Schmelzhitze 450. Beſchaffenheit der Schweißfunken 470. Eigenſchaften und Unterſcheidung desſelben vom Roh- und Stabeiſen II. 516 u. f. Von der Bereitung desſelben aus Roh- und Stabeiſen überhaupt 523 u. f. Bereitung durch unmittelbares Verſchmelzen der Erze in Stücköfen 526 u. f. aus Roheiſen in Floßöfen und Stahlheerden 528 u. f. Gerben des Stahls 547 u. f. Darſtellung aus Roheiſen durch Cementiren mit und ohne Zuſätze 555 u. f. Urſachen dieſer Verwandlung 582. Stahl aus Stabeiſen durch Schmelzen 593 u. f. durch Schweißhitze 599. durch Cementiren mit Zuſätzen 601 u. f., ſ. Cementiren. Härten des Stahls 648 u. f. weicher Stahl, harter Brennſtahl, härteſter Gußſtahl, welche Hitze ſie zum Härten erfordern II. 694.

Stahlboden II. 532.

Stahlfedern, ihre Elaſticität iſt von der Geſtalt und Beſchaffenheit abhängig I. 139. Anfertigung der Uhrfedern 141 u. f. Wirkungen der Kälte auf die Federn 386.

Stahlkugeln II. 489.

Stahls Eiſentinktur II. 442, 490.

Stahlſpiegel I. 57 u. f.

Stan-

Stangencompaß I. 211.
Steinkohlen, Einfluß derselben auf den Abbrand des Eisens I. 202.
Stockschlacke I. 604.
Streichriemen, deren Zubereitung I. 38.
Stückösen, zum Stahlschmelzen II. 526.
Sulzschmiede I. 572 f.

T.

Tartarus martiatus s. chalybeatus II. 466.
Tauchschmiede I. 577.
Tellur, spec. Gew. I. 123.
Templinfirniß I. 89.
Theerwasser, zum Eisenbeizen I 63.
Thongeschirr, schwarzes II. 249. rothes 292.
Tiegelfrischerei I. 589 u. f.
Tiegelschmelzen, des Stabeisens I. 465 u. f.
Tinctura martis Stahlii II. 442. 490.
— — tartarisata II. 466.
Tinte, schwarze II. 256 u. f.
Titan und Eisen II. 217.
Torf, Einfluß desselben auf den Abbrand des Eisens I. 303.

U

Ueberziehen des Eisens mit Gold II. 38. mit Silber 68. mit Kupfer 86. mit Zinn 120. mit Wismuth 204. mit Zink 212.
Ueberzüge, auf Eisen, zur Bewahrung gegen das Rosten I. 77 u. f. 86 u. f. 96 u. f. 318 u. f.
Uhrfedern, deren Anfertigung I. 141 u. f.
Ultramarin, Bereitung II 314.
Undichtes Eisen I. 129 u. f.
Uran, spec. Gew. I. 123.
Urin, zum Eisenbeizen I. 65.

V.

Verbranntes Eisen I. 8. 278.
Verbrennen, des Eisens, in der Glühhitze I. 267 u. f. 285 u. f. Ist bei den verschiedenen Eisenarten verschieden 296 u. f. Hängt von den Graden der Hitze, von der Gestalt des Eisens, von der Beschaffenheit des Brennmaterials und von der Dauer der Erhitzung ab 300 u. f. Wie dasselbe vermieden oder verhindert werden kann 307 u. f. Wodurch es befördert wird 332 u. f. Gewichtszunahme des Eisens dadurch 348 u. f. 362 u. f.
Vergolden, des Eisens, mit Blattgold II. 23. durch Goldauflösungen und Firnisse 24 u. f. durch Amalgama 29 u. f.
Verkalken, s. Verbrennen.
Verschlacken, des Eisens I. 279 u. f.
Versilbern, des Eisens II. 65. u. f.
Verzinken, des Eisens II. 212.
Verzinnen, des Eisens II. 120 u. f.
Vitriol II. 364 u. f. Bereitung im Großen 380 u. f. Eigenschaften und Nutzen 386. Verhalten mit Alkalien, Säuren, Erden und Salzen 391 u. f.
Vitriolöl II. 389.
Vitriolsäure, s. Schwefelsäure.
Vitriolspiritus II. 389.

W.

Wärme, Gesetze, nach welchen sie das Eisen und andere Metalle ausdehnt I. 216 u. f. Wirkungen welche die höheren Grade der Hitze auf das Eisen äußern 269 u. f. Wie sie auf die Härte des Eisens wirkt 381 u. f.
Wallonenschmiede I. 562. Halbwallonenschmiede 573.
Wasser, Verhalten gegen die Eisenkalke I. 375. gegen Eisen II. 356.
Wassereisen II. 502.
Wasserstoffgas, Quantität, welche sich bei der Auflösung des Eisens in Säuren entwickelt II. 373.

Wedgwoodgeschirr II. 253. 292.
Weiches Eisen I. 482. 634 u. f.
Weichfloß II. 150. 529.
Weingeist und Eisen II. 495.
Weinsteinsäure und Eisen II. 464.
Weiße Farbe, durch Eisen, natürliche II. 333. durch Kunst bereitet 335.
Weißglühhitze I. 275.
Weißkupfer II. 79.
Wetzstein, zum Eisenpoliren I. 34. 44.
Wiesenerze I. 186. Untersuchung derselben durch Destillation 360 u. f. 510.
Windofen, s. Flammofen, Glühofen.
Wismuth, spec. Gewicht I. 122. Ist dem Magnetismus des Eisens nicht hinderlich 181.
— und Eisen I. 181. 498. II. 110. 188. 200 u. f.
Wolfram und Eisen II. 216.
Wolframsäure und Eisen II. 486.
Wolle, schwarz zu färben II. 261 u. f.

Z.

Zähes Eisen I. 483.
Zähigkeit, des Eisens, welchen Einfluß das Feuer darauf hat I. 431 u. f. Versuche darüber 636 u. f.
Zerrennen, des Roheisens II. 530.
Zerrenneisen I. 371.
Zerrennfeuer, s. Rennfeuer.
Zink, spec. Gewicht I. 123. Ob es magnetisch ist 156 u. f. Ist dem Magnetismus des Eisens nicht hinderlich 181. Bewirkt nicht den Kaltbruch des Eisens 648 f.
— und Eisen I. 181. 498. II. 77. 205 u. f.
Zinn, spec. Gew. I. 123. Ist dem Magnetismus des Eisens nicht hinderlich 181. Reinigung vom Eisen II. 116 u. f. zum Verzinnen der Eisenbleche 125.
— und Eisen I. 181. 496. II. 84. 102 u. f. 209. 221.
Zinnasche, zum Eisenpoliren I. 35. 44.
Zuckersäure und Eisen II. 467. 482.
Zuschläge, beim Hohenofenbetrieb, Einfluß derselben auf die Beschaffenheit des Eisens I. 504 u. f.

Verbesserungen.

Bei den im Register pag. 800, Spalte 1, Zeile 25 angeführten allgemeinen Bemerkungen über den *Unterschied* des Roheisens, des Stabeisens und des Stahls, muß die Seitenzahl nicht 764 u. f., sondern: 639 u. f. heißen.

Desgleichen lese man Band II. pag. 58 in der Anmerkung Zeile 3 von unten: $\frac{1}{130}$ Eisen; und Zeile 2 von unten $\frac{1}{80}$ Silber.

Universitäts
Staatsbibliothek
München

Gedr

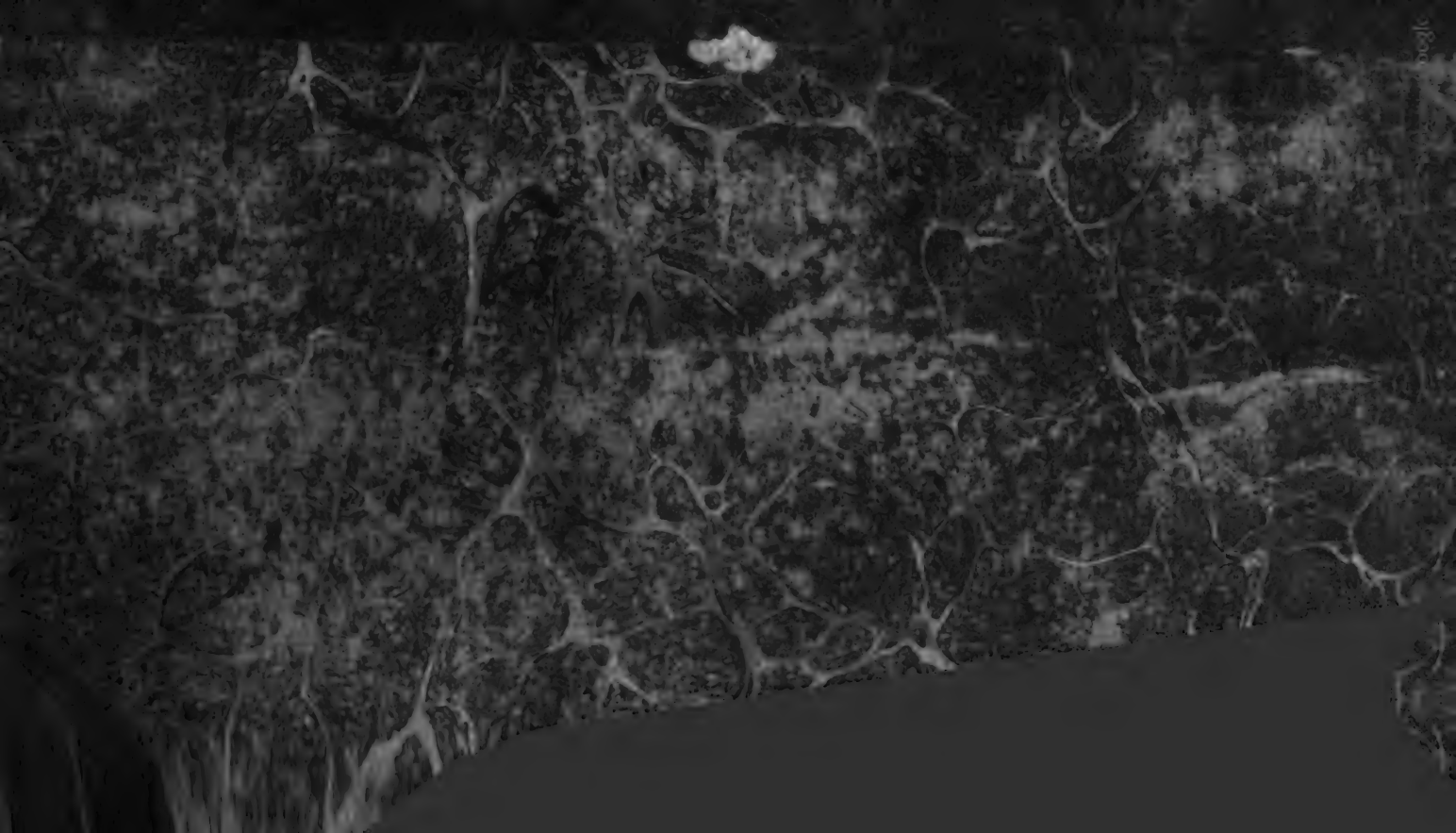
Digitized by Google

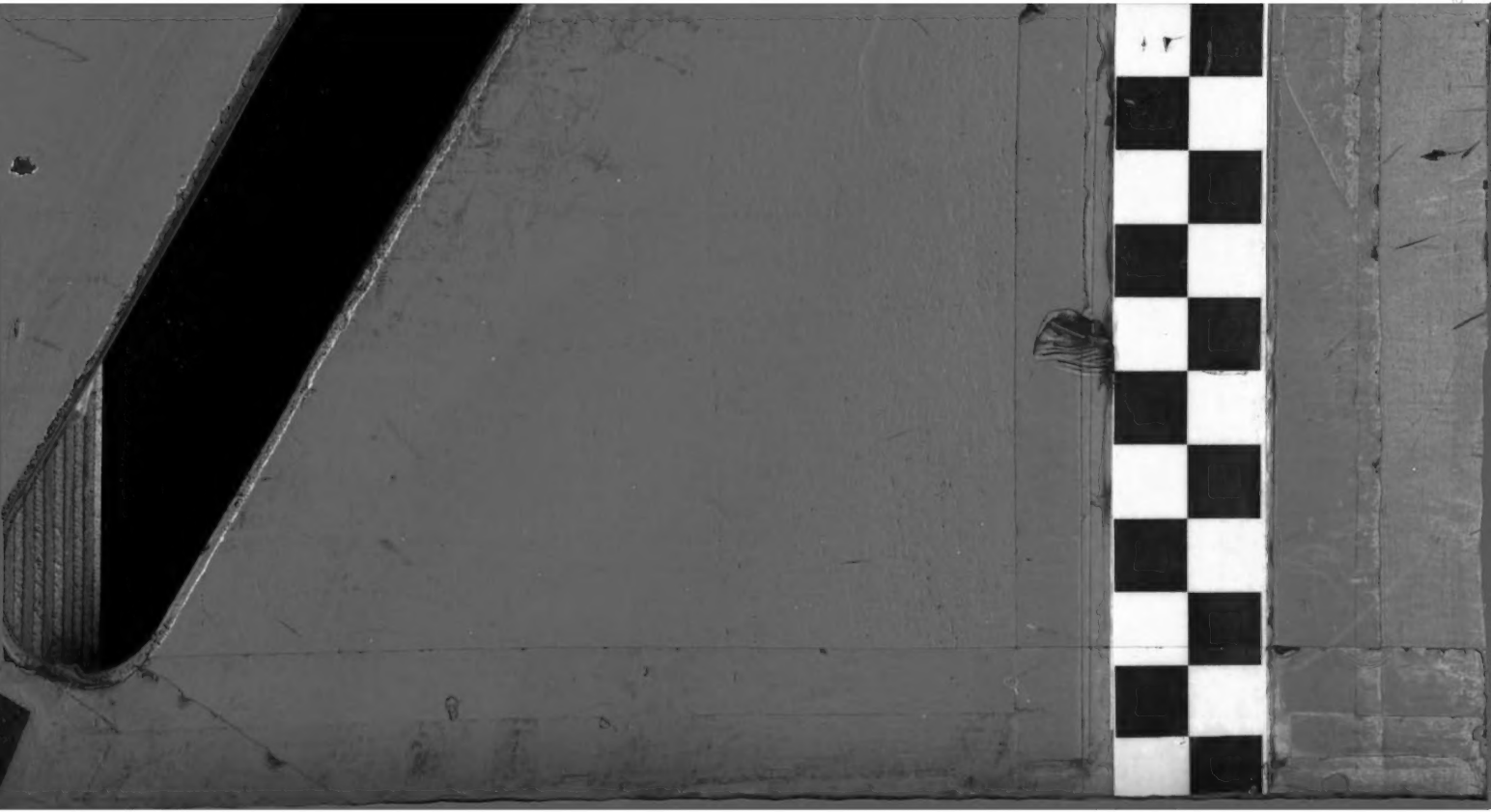
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google





Digitized by Google

Digitized by Google